神鋼パンテック技報 1992・Vol.36・No.2 126 SHINKO PANTEC ENGINEERING REPORTS

CONTENTS

] 巻頭 言

次

目

- 2 技術研究所 今を見つめ未来を拓く最新技術の発信源
- 8 播磨製作所 高品質な製品を生み出す化学工業用機器・装置の生産拠点
- **12** 世界最大グラスライニング焼成炉の制御システム
- 17 フルゾーン・テスト設備の紹介
- **21** PSミキサーの性能
- 25 グラスライニング製ワイプレンの紹介
- 30 高温超純水およびオゾン添加超純水用 酸化不動態処理ステンレス材(GOLDEP)
- 34 高濃度廃水向け上向流式生物膜 デ過装置WBFの開発
- 39 吸着材併用型生物脱臭装置による 下水処理場高濃度臭気の除去
- 43 「WS(イオンスクラバー)の 産業廃棄物処理設備への適用紹介
- 50 社内ニュース



The Control Systems of the Largest Electric Furnace in the World for Manufacturing Glass Lined Equipment

Test Facility with [FULLZONE] Impeller

Introduction of PS MIXER

Introduction of Glass -Lined WIPRENE

Oxygen Passivated Stainless Steel for High-Temperature and Ozone-Injected Ultrapure Waters (GOLDEP)

Development of Upflow Type Biological Contact Filter (WBF)

Removal of High Concentration Odor Generated from Sewage Treatment by Biological Deodorizing System with Adsorbents

Application of IWS to Industrial Waste Treatment Systems

TO PICS

〈写真説明〉

この冷却塔は神戸駅南側のハーバーランドに建設中 のビル群に冷温熱を供給する地域冷暖房用の冷却塔で、 西日本では最大のものです。

当社の地域冷暖房用冷却塔は、省エネルギーはもち ろん、省スペース性やあらゆる環境対策なども考慮し た独自の技術を駆使し、地域の特性にあった幅広いニ ーズに応えています。

This cooling tower is desined to serve as part of the district heatintg and cooling facilities for supply of thermal energy to a host of buildings under construction at the Harbor Land located on the southern side of Kobe Station. This is the largest cooling tower of this kind in Western Japan.

Our cooling tower for DHC service answers a wide range of specific needs of the district, taking full advantage of our own technology with consideration given not only to energy savings but also to minimum tower space utilization and all environmental protection as well.



新研究所完成に当たって

專 務 取 締 役 松 岡 技術研究所長 Shigeru Matsuoka

慜

新技術研究所の発足に当たり一言ご挨拶を申し上げます。

技術研究所の概要は本号で紹介の通りでありますが、我々社員一同が永年待 ち望んでまいりました研究開発環境の整備という意味で弊社にとっては画期的 な出来事であります。

ご承知の通り,弊社は1954年に(株)神戸製鋼所と米国フアウドラー社との合 弁企業として発足し、グラスライニング機器の製造技術、引き続いて水処理装 置、さらに冷却塔の製造技術など次々に技術導入し、日本の産業の発展に貢献 してまいりました。また、導入技術の習得消化に伴い、これら技術援助契約の 終結に努め、1989年、米国側の資本撤退もあり社名を神鋼フアウドラーから神 鋼パンテツクに変更致しました。そして1990年、フアウドラー社との技術援助 契約の終結をもって主な契約を全て解消し、技術開発形企業として出発致しま した。

一方世界的に見ますと、冷戦の終結、技術先進国の技術の出し渋り、工業化 後進国の追い上げなど、企業競争はますます激しさを増しています。その中で 皆様と共に生き残り成長していくためには、製品のコストダウンだけでは不十 分であり、時間はかかりますが独自技術の開発が最も重要であります。

弊社では技術援助契約期間中も独自の技術開発に努め、特にこの10年は高効 率リアクター、電気浸透式加圧脱水機スーパーフィルトロン、高粘度液蒸発機 エクセバ等、幾つかの特長ある新製品を発表することが出来ましたが、この技 術研究所の完成を機に、更に基礎技術を充実し、基盤技術から商品の開発まで 幅広く対応できるよう設備・要員の充実に注力する所存であります。

また研究所内には撹拌テスト装置,撹拌槽内流動測定装置,粉体混合機,粉 砕機、遠心分離機、薄膜蒸発機、電気浸透式加圧脱水機などのテスト装置を準 備し、皆様の問題の解決、仕様の確認へのご利用をお待ち申しております。

更に、超純水から廃水・下水まで水処理技術の向上のための諸設備を集約す ると共に、ウルトラクリーン設備で超超純水・高純度薬品向けの新材料の開発 にも取り組む予定であります。

そして、皆様のご繁栄と共にお役に立てる研究所として当研究所が充実して いくことができればと念願致しております。

最後に、これまで弊社に対して賜りましたご高配に厚くお礼申し上げますと 共に、今後ともなお一層のご支援をお願い申し上げます。

技術研究所 今を見つめ未来を拓く最新技術の発信源

当社は産業機械メーカとして,化工機事業部,環境装置 事業部,気熱装置事業部の3事業部を擁し,化学工業用機 器・装置・プラント,食品工業用装置・機器,上水・下水 処理及び脱臭処理プラント,超純水・純水・工業用水・廃 水処理プラント,冷却塔,廃ガス処理プラント等の分野に おいて,長年にわたる豊富な経験を生かしております。

この基礎となる技術開発に関して、当初は、それぞれの 事業部において改善改良、新製品の開発を行っていました が、石油ショックを契機とした産業構造の変化、急激な技 術革新による当社主要製品のラインアップの更新等の要求 に対応するために、1980年に技術開発本部が設立いたしま した。

この投術開発本部及び各事業部の開発部門を中心とし て、これまでにベルトプレス脱水機、電気浸透を利用した EO脱水機、多機能型沪過乾燥機(HI-ROF)、#9000 グラ ス、高粘度薄膜蒸発機、生物脱臭装置、FA用パッケージ ソフト(PMX-98)、特殊表面処理で優れた耐食性を有す るステンレス材料(GOLDEP WHITE)等の商品開発を行 い、更に汚泥処理技術、粉体処理技術、ウルトラクリーン 技術等の社会的ニーズの高い技術蓄積を行い、当社の業容 拡大の基礎を築いてまいりました。

また,精密分離用多孔質ガラスや撹拌流動解析,嫌気性 廃水処理の研究等,当社技術の基盤となるべき長期的なデ ーマについても多くの成果をあげています。

これまで神戸本社内に分散していた技術開発本部及び各 事業部の開発部門が神戸ハイテクパーク(神戸市西区)内 に新設された技術研究所に集約され,実験設備の整備・充 実とともにフレックスタイムも導入され研究者のための環 境整備も行われ,技術の神鋼パンテックの中枢としての体 制が整いました。

本稿では当研究所の研究・実験設備を中心に,最近の研 究開発及び実験の概要を紹介致します。

活性炭吸着パイロット装置 ▶ Pilot plant of activated carbon adsorber





1. 研究開発及び実験の概要

1. 1 材料研究室,精密計測室

材料研究の関係では,当社主力製品であるグラスライニ ングやセラミックス及び金属の表面処理に関する研究開発 を行っています。ライニンググラスの機能や物性の調査, 新しい機能を持った素材の開発に必要な試験装置が設置さ れています。

EDS(Energy Dispersive X-ray Spectrometry)は, 素材の表面を,最高30万倍に拡大観察すると同時に,その 構成元素を分析できる装置で,ガラスの成分分析や,金属 中の異物の解析,試作材料の均質性のチェック等に威力を 発揮しています。

また,結晶構造の解析に用いられるX線回折装置,示差 熱分析や熱膨張係数やガラス転移点の測定のための熱分析 装置,高温高圧条件での耐食試験装置,1メガHzの高周 波領域での誘電率の測定装置等を用いて,ガラスの用途開 発や新製品の性能評価を行っています。

ステンレス鋼の 特殊表面処理や 世界初の細孔径 1.5 nm のジルコニア・シリカ系多孔質ガラス『イミサー【』のガ ス吸着量測定や,ゾルーゲルガラスを応用したグラスライ ニングの現地局部補修技術開発等も進めています。

1.2 FAソフト開発室

FAソフト技術室では、FA用ソフトウェア・システム の事業化を目指し、現在技術研究所を拠点に活動していま す。研究棟2階のFAソフト開発室に開発システムを整 え、FA用各種パッケージソフトの開発や、FAシステム の開発に取組んでいます。

また,同室にはサポートセンターを設置しており,お客 様の技術的な質問に答えております。

1.3 環境装置実験室

1)多段流動床式活性炭吸着装置

流動している粒状活性炭によって,排水中の汚濁物質を 吸着除去する装置で,各段は,特殊トレイによって区切ら れています。活性炭は上段から下段へ移動し,上向流の排 水と接触するようになっています。吸着能力を失った最下 段部の活性炭は塔外へ抜き出され,再生再利用されます。

活性炭による排水処理法は,他の方法と比較して高度処 理に適しているため,排水規制の強化や水の再利用がいわ れる今日では欠くことができない装置です。

多段流動床式活性炭吸着装置は、敷地面積が小さい、活 性炭保有量が少ない、さらに、活性炭の吸着効率が高いな ど多くの利点があるにもかかわらず、固定床式のように解 析法や設計法が確立されていないため利用例がまだ少ない ようです。本開発は、実証テスト及び吸着等温線等のよう な基礎データを用いて吸着装置の処理性能を予測するコン ピューター解析などを行い、触析法や設計法を確立し、よ り優れた活性炭吸着装置を開発することを目的としていま す。 2) 嫌気性処理装置

当社の嫌気性メタン発酵リアクターの 固定床式の PAN BIC-F や,生物床式の PANBIC-G は,高有機物負荷処 理が可能で維持管理が容易であり、また余剰汚泥の発生が 少なく、さらにはエネルギー源として利用可能なメタンガ スを高効率に回収できる等の特長を有し、最近数多くの実 績を重ねつつあります。これらのリアクターの適用分野の 拡大、要素技術の高度化、嫌気性処理システムの高効率化 及び高度化などを目的として、ビーカ・スケールからラボ スケールの実験装置を使用して、次のような基礎及び応用 面に関する研究を進めています。

- (1) 高密度培養技術
- (2) 2相式メタン発酵技術
- (3) 膜利用メタン発酵技術
- (4) 運転管理,制御システム
- 3) 上水道関連装置

上水道部門は、高度処理、膜処理技術等のテーマが上げられています。ここでは回転円盤型UF装置、UFくるくる等の実験装置が置かれています。

4) 生物脱臭装置

下水処理場等の臭気除去に用いられる生物脱臭装置は活 性炭吸着方式での活性炭取り替え再生を必要とせず,高度 な処理能力を有しながら生物により再生される無再生方 式の特徴ある装置です。ここではこの生物脱臭装置(B-DO:ビードウ)の更に高度な開発をめざして実験が続け られています。

1. 4 超純水実験室

電子工業用超純水装置の研究開発を行っています。本実

験室内では, ppt またはサブ ppt オーダの濃度のサンプル を扱うために,床は防塵処理するなど,室内の清浄度維持 に留意し,特に汚染を避けたい試験装置は更に室内にクリ ーンブースを設けその中に収容しています。

超純水装置は、ダブルパスRO装置(**IPLP**)を用い た一次純水装置より一次純水を受け、分析試験室用及びR &D用二次純水装置が設置されています。R&D用二次純 水装置には GOLDEP 材が用いられており、64 MDRAM 対応の先端要求水質を満たすことが出来ます。また、イン ライン水質モニタを取付け、システムの長期運転における 安定性の評価試験を行っています。

さらに、GOLDEP 応用製品の開発,新素材の超純水への応用研究,排水回収システムの研究等が進められています。

1.5 EO実験室

電気泳動現象と電気浸透現象を効率的に組み合わせた斬 新な発想により,電気エネルギーでもって液移動を起こし, スラッジを脱水する電気浸透式加圧脱水機を'86年に開発 しました。既に,都市住宅整備公団殿,東北電力㈱,東レ ㈱向けなどに実績を持ち,阪神水道企業団殿向けとして沪 過面積 252 m²の大型機 2 台の納入が決定しています。

そしてこの技術は、国際水質汚濁研究協会の機関誌等に 紹介されるなど、学術的にはもとより国際的にも革新的技 術として高く評価されています。この電気浸透式加圧脱水 機は、神鋼パンテックの汚泥処理の主力製品として期待さ れており、新技術研究所のEO実験室内には実装置規模の 大型機を含む各種実験装置が設置され、新しい脱水機の開 発体制が整っています。



◆ 嫌気グラニュール
 Anaerobic bacteria



GOLDEP 製超純水装置 Ultrapure water treatment system made of GOLDEP stainless steel



EO実験装置 Pressurized electro osmotic dehydrator

1.6 UCショップ

UCショップのUCはウルトラクリーンテクノロジーの 工業化ベースでの実現をめざし、その英字 Ultra-Clean の 頭文字から命名したものです。

半導体製造工程では作業空間,水,薬品やガスからの不 純物を徹底的に排除したクリーンな条件が求められていま す。超純水や薬液系では,設定運転条件の下で構成機器や 配管からのイオンやTOCの溶け出し,パーテイクルの発 生をいかに低い値に抑えるかが課題となっています。

UCショップでは、ステンレス鋼を素材としその表面を 改質して得られる耐溶出性に優れた材料を提供します。表 面改質は、材料表面の加工変質層を取り除くと同時にサプ ミクロン単位で平坦にする電解研摩処理と、その次に、酸 化不動態皮膜をつくる熱処理の工程からなっています。こ こまでの処理を行うと材料は金色を呈し、当社ではこれを GOLDEP と呼んでいます。 さらに表層部の鉄酸化物を除 去する 脱膜処理をすると 耐食性に 優れた クロム酸化不動 態膜が現われます。その材料は銀白 色 を 呈 し 当社 では GOLDEP WHITE と称しています。

設備は GOLDEP 及び GOLDEP WHITE をはじめと する表面改質のための,電解研摩,超純水,クリーンブー ス,クリーンルーム,洗浄,熱処理,酸処理,梱包,検査 の各機器を備えています。電解研摩後の洗浄工程からはク リーンブース内の作業であり,処理過程でのコンタミネー ションを防止する対策をとっています。対応可能寸法は直 径で60 cm,長手方向で4mが基本ですが,当社のガラス 焼成炉を用いると直径が4.2mの容器まで対応が可能とな ります。

金属材料として,プラスチック材やガラス材よりも優れ た加工性と強度及び表面改質による平坦性や耐溶出性を活 かした分野への適用が期待されます。

1.7 PDショップ

ここは超純水装置で使用される非再生ポリッシャーの新 しく完成されたイオン交換樹脂再生設備で、PDショップ (Portable Demineralizer Shop)と呼ばれています。本



クリーンルーム Clean room

設備の主要機器は、分離塔、カチオン塔、アニオン塔及び 混合洗浄塔から構成されています。操作は樹脂の抜き出し から分離、再生、混合洗浄、充填及びコンディショニング まですべて自動運転ができ、極めて省力化された設備にな っています。

一方,品質の向上を図るため再生用水として【PLP装 置で前処理を行った超純水を使用し,PDの最終コンディ ショニングに,UVによるTOC分解装置オキシテックに より処理し,TOCレベルを下げることが可能なようにな っています。

また再生したPDの水質確認を行うモニタとして比抵抗 計及びTOC計を設けて水質の管理を行っており、今まで の設備に比べて、より迅速に、より高品質のPDが供給で きるようになりました。

1.8 分析試験室,水処理薬品試験室

1)分析試験室

当試験室は純水,上水,用水,工場排水,下水及び汚泥 の分析試験に必要な分析機器,試験装置を設置してありま す。業務の概要は次の通りです。

- (1) 計量証明書発行を行う水質分析
- (2) 純水製造装置,上水,用水処理装置,廃水処理装置 等の設備計画のために必要な水質分析,汚泥分析
- (3) 納入装置の運転管理及び性能確認に必要な分析業務
- (4) 装置トラブルの原因追求及び問題解決に必要な分析
- (5) R&Dに伴う分析業務

これらは、客先、営業部門、計画設計部門、研究開発部 門等から依頼されてきます。またプロセス設計のためのラ ボスケールの処理試験も行っています。

2) 水処理薬品試験室

当室では汚泥の脱水用,一般凝集用,冷却塔用,ボイラ ー用薬品全般にわたり薬品の選定試験を行っています。ま たこれらを目的とした新規薬品開発に伴う分析試験も行っ ています。さらにイオン交換樹脂の性能試験分析も行われ ています。



GOLDEP WHITE 製品 GOLDEP WHITE products

1.9 バイオ実験室

微生物の純粋培養実験,バイオプロセス・機器の開発, バイオプロセスの自動監視・制御技術の開発を主に行って います。現在は醸造分野向けの温度調節機能をもったグラ スライニング製清酒発酵槽の商品化と,これを用いた発酵 工程の自動制御の開発を行っています。今後ともニューバ イオプロダクト生産プラントや,地球環境保全への生物利 用技術や装置の開発など,バイオインダストリー産業分野 で貢献したく考えております。

1. 10 撹拌·流動実験室

当社はグラスライニング製,ステンレス製の撹拌槽を数 多く設計,製作しています。本実験装置は撹拌翼の選定や 混合効果の確認及び新しい撹拌翼の開発のために,模擬流 体(水,水飴等)を用い,透明可視槽で槽内の液の流動状 態を直接観察できる装置です。この実験装置の測定機器と しては,槽内の液流速を非接触で測定可能なレーザドップ ラー流速計をはじめとしてトルク測定計,ガス分散速度測 定計などを備え,各々自動計測が可能です。また,ご要望 があれば撹拌槽内の流動状態をビデオカメラでテープ録画 しますので,後日お客様サイドでご検討頂くこともできま す。1991年度は35件の立会いテストを行い好評を得ました。

更に,いま 開光を浴びている当社の多目的撹拌翼フルゾ ーンの開発,あるいは撹拌の最適化に大きな可能性を持つ コンピュータシミュレーションの検証にと、これらの装置 と機器は威力を発揮しています。

写真の本実験装置は内径 400 mm, 全高800 mm の透明 アクリル樹脂製の可視槽です。

撹拌翼,バッフルは実機の相似形状で製作する場合と, 手持ちの準備品(翼/約200種,バッフル/約30種)を使用 する場合があります。これらの部品の撹拌槽への組立を容 易に行えるよう,撹拌槽は上下に昇降可能です。

1. 11 粉体技術実験室

1)SVミキサー実験装置

円錐型混合機のSVミキサーは当初混合機として開発さ れましたが,その独特な対流混合機構を生かし最近は乾燥 機,熱処理機等として幅広く使用されています。

テストユニットは仕込量100 ℓt の S V ミキサー, コンデ ンサー, バグフィルター, 真空ポンプ, チラー, 熱媒ユニ ットより構成され, 缶内の温度・圧力変化, 自転・公転動 力の変化を自動記録し, テスト過程での物性の変化の分析 も容易に出来るよう配慮されています。

本ユニットでの実粉テストにより,スケールアップに必 要な基礎的な混合・乾燥性能及び撹拌動力の確認はもちろ ん,乾燥・混合過程における内容物の変化,壁面への付 着,熱影響,排出性等粉体特有の問題点を把握し,最も適 した運転条件を見いだすことが出来ます。



搅拌実験装置 Mixing test equipment



▲ 流動層型バイオリアクター Fludized-bed bio-reactor



レーザドップラー流速計 Laser Doppler Anemometer



| SVミキサー SV Mixer

Vol. 36 No. 2 (1992/8)

神鋼パンテツク技報

2) PSミキサー

対流混合機能が主体のSVミキサーに対し、PSミキサ ーは撹拌翼の強い剪断力の利用により、混合比の高い精密 混合を行います。樹脂のカラーリングや、凝集性の強い粉 体に対する解砕混合、附属のチョッパーを利用し、フィラ ーを粉体中に分散混合させる 開繊混合 などに 利用されま す。また結合剤を添加した造粒操作も出来ます。

テスト機PSミキサー(PS05)は全容量 50 ℓt のSU S 304 製で, 撹拌翼, チョッパーともインバータによる変 速で, 最適の操作回転数を探ります。混合状態, 撹拌動力 の確認を行い, 実装置へのスケールアップデータを取りま す。また真空操作も可能ですから, 造粒後の乾燥など幅広 く応用されています。

3) コボールミル/スエコ振動ミル

アニュラータイプの媒体撹拌 ミルで あるコボールミル は、粉砕室を独特の形状をした狭いすき間で構成すること により、砕料のショートパスを防止し、効率良い冷却効果 を生じるなど数々の特徴を持ち、特に難分散性物質に効果 を発揮しています。

ー回のテスト条件に対し,約5 ℓt のサンプルで,メディ アサイズ,充てん量,ロータ回転数などの操作条件をきめ るためのテストを行います。

スエコ振動ミルは,湿式タイプの M-18 と,湿乾両用の DM-1をテスト機として準備しています。

粉砕室中に直径,長さともに1/2インチの円筒型メディ アを充てんし、メディアの衝撃力と摩砕力により砕料を粉 砕します。ファイン・セラミックス関係の粉砕テストを多 く行っています。

4) ハイロフ/ロバテル遠心分離機

ハイロフドライヤーは、一台の密閉容器内で、反応、沪

過,乾燥が行える新しいコンセプトに基づく多機能型沪過 乾燥機です。沪過面積0.1 m² のテスト機RF-400はSUS 316 製で,貸与も行っています。 沪過性の確認,ケーキ表 面の展延,かき取り時の撹拌動力確認を行います。

ロバテル遠心分離機は,水平ピーラー型の遠心分離機で テスト機は ¢500 のバスケット径を持ち,200 ℓt 程度のサ ンプルで実験し,設計データを取ります。

1. 12 薄膜蒸発機実験室

1) 薄膜蒸留実験装置

当社の薄膜蒸留装置ワイプレンは,処理液を薄膜にし, 真空下での蒸発分離操作により熱影響を受け易い物質や, 沸点の高い物質の精製,濃縮,脱揮,脱色等幅広く使われ ています。

2-03型は基礎実験用に製作された伝熱面積 0.03 m² のガ ラス製のテスト装置であり、約1 ℓ t の小量のサンプルで基 礎データが得られ、また実機用の最適操作条件の把握にも 便利な装置です。大気圧から 10⁻³ TORR の高真空操作, マントルヒータによる350 °C の加熱操作も出来ます。

大型のパイロット装置として設置しています12-4型は伝 熱面積0.4 m² で標準的に20~50 ℓ t/h の処理が出来る本格 的な実証試験装置として,また,スケールアップデータの 取得に活躍しております。熱媒による300 °C の高温運転, 10⁻² TORR 程度の高真空操作,2 重配管による高融点物 質(~150 °C)の分離,下部からの水蒸気吹込による水蒸 気蒸留等も行えます。

高粘度液処理用に新たに開発された EXEVA の実験装置として伝熱面積 0.2 m² の E X-2 型を設置しています。 60~70 %の溶剤の蒸発, 濃縮操作から数百 P P M にまで 溶剤, 低沸物をカットする脱揮操作も可能で,数千 C P~ 数万 P の高粘度物質のテストも行っています。原料が揮発 分の少ないペレット, 固形物の場合は1 軸押出機にて溶融



PSミキサー PS Mixer



神鋼パンテック技報

コポール・ミル CoBall-Mill



ロバテル遠心分離機 ROBATEL centrifuge

し供給も出来ます。

2) 遠心抽出機実験装置

工業用プロセスや 抽出プロセス の研究に 使われている ロバテル遠心抽出機 L X204 をテスト機として準備してい ます。短い滞留時間と少ない液保有量により短時間で定常 運転に達し,開始・終了時の液損失も少なく効率的なテス トが行えます。4段で構成されているこの L X204 の 2, 3 段目にも液入口が備えられており,ロータ回転を止めな いで供給口を変えるだけで,2,3,4 段等種々の抽出実 験が出来ます。標準的処理量は重,軽液合わせて250 ℓt/h です。

1. 13 冷却塔実験室

実験棟内に小型冷却塔と屋外に実規模の大型冷却塔の2 つの実験設備を備えています。小型塔では各要素単位の開 発を,大型塔では全体構造のための開発を目的としていま す。

1) 小型冷却塔実験設備

冷却塔の要素技術の開発を行うための設備で,水,空気 の流れ,充填材の熱交換性能,スケールアップ技術,制御 システム,合理的な塔構造等の開発を行っています。

この設備は、カウンターフローとクロスフローの2つタ イプの実験が出来るように設計されており、散水部、熱交 換部,加熱槽より構成されています。また,実験における 計測制御は,測定精度の向上のため自動化を計っています。 装置仕様は,

2) 大型冷却塔実験設備

小型実験装置で開発された要素技術の諸問題の解決のた めに設置された実規模の実験装置です。空気と水の流れの 分布の把握,新しく開発された冷却塔各要素の実塔への適 用時の問題点の把握を行うことにより,要素本来の性能を 発揮するよう改良,改善を行い,高性能冷却塔の開発を行 っています。

装置仕様は,

循環水量 :~750 m³/h 送風ファン:¢4270 低騒音タイプ(インバータ制御) 塔サイズ :12 m^w×8 m^L×11 m^H

むす

び

以上,技術研究所の概要を紹介しましたが,今度の開発 部門の集約により,充実された実験・研究設備,研究要員 ならびに,研究開発にふさわしい緑豊かな環境をフルに活 用し,ユーザ各位のニーズに合致した,新技術・新製品の タイムリーな開発に努める所存であります。



エクセバ実験装置 EXEVA test equipment

大型冷却塔実験装置 Cooling tower test equipment

播磨製作所

新品質な製品を生み出す化学工業用機器・装置の生産拠点

当社の化工機部門は、これまで神戸にグラスライニング 機器工場,播磨にステンレス機器工場と二カ所にわかれて いましたが、このほど播磨にグラスライニング機器工場を 統合し、日本でも有数の化学工業向け装置の製造工場が完 成しました。この工場では、設備面と管理面とで様々な工 夫がなされており、その結果、品質、コスト及び納期の面 で国際競争力のある化学装置の一貫生産体制が整いまし た。

そこで,このたびの統合工事で一新された播磨製作所を 紹介します。

1. 新製作所のコンセプト

播磨製作所は, このたびの増設工事を機会に, 次のよう なコンセプトで再構築されております。

(1) システムの一新と合理化レイアウトによる物流の効 率化

調達部品の作業場への流れと,製缶工程での製品の 流れがスムーズになるよう調達システムと作業場レイ アウトを見直しました。

(2) 主要設備の自動化,新鋭設備の導入による品質,信 頼性の向上

新設された3基の炉はすべてコンピュータ制御となり、またステンレス機器の鏡と胴の研摩の自動化、さらにはプラズマ溶接機の導入により製品の品質と信頼 性の向上を計りました。 (3) クリーンブース, 粉塵設備の自動化による品質および作業環境の向上

粉塵などによるグラスライニングへのコンタミを防 止するため、並びに粉塵作業環境を改善するために施 釉室の設置やブラスト装置の自動化を計りました。ま た、自動研摩装置に防塵ブースを設置しました。

(4) 厚生施設の充実

よい製品は, 働きやすい 環境から 生まれる ことか ら,体力作り面や精神のやすらぎを考え,厚生施設を 充実させました。

2. 播磨製作所の概要

播磨製作所の概要は次の通りです。

- •敷地面積 98 500 m²
- ・建屋面積 30 800 m² ・工場面積 28 600 m²
- ・事務所面積 2200 m²
- 厚 生 施 設 厚生棟:食堂, 社員クラブ, ロッカール ーム, 浴場, 医務室

テニスコート(2面)

アスレチ_ジク設備 練習用グリーン及びミニゴルフコース

(計画中)



播磨製作所全景 Front view of Harima plant

3. 製作所の設備概要

3. 1 製缶溶接部門

製缶のスタートである板切りから部品製作,鏡ノズル取 り付け,胴製作と進み,鏡と胴との溶接さらにジャケット 取り付けに至るまで,すべての工程が組立工場の方向に向 かって進展するよう設備レイアウトを変更しました。さら に,工場内は所番地制とし,外部購入部品や社内製作部品 は各オーダ毎にまとめられて,必要な時期に必要な番地に 配達されます。

(1)	ベンディ	$\boldsymbol{\nu}_{i}$	グロ	- <i>j</i> V	:	最大板厚 100 mm	板幅3n	1
						のものまでロールナ	加工可能	

(2)	周,長手溶接装置:	タンデム自動溶接装置や挾開
		先自動周溶接装置など多くの
		新鋭設備を完備
(3)	プレス:	1500tをはじめ,GL機器の
		ノズルスエッジ専 用 と し て
		500tプレスなどを完備
(4)	NCフレーム:	NCによる精度の高い板切り
	プレーナー	が可能
(5)	鏡自動研摩装置:	ソフト,ハード共に当社が開
		怒しわれので こわせつがう



鏡板自動研摩装置 Automatic grinding machine for vessel head



Automatic grinding machine for shell

		Ct
(6)	胴自動研摩装置:	胴ρ
		ළු,
		可能
(7)	X線検査装置:	高
	*	ළු,
		ラン
		h1

- (8) クレーン:
- (9) 組立ピット:

インダー研削していたものを 自動で行えるように しまし た。最大径で4.2m のものま で研削,研摩出来ます。 内面の研摩を自動で行うた 常に安定した内面研摩が 能となります。 品質の溶接を保 証 す る た ステンレス機器およびグ スライニング機器のそれぞ 専用として2台のX線検査 装置が設置されています。最 大 90 mm の板厚の溶接部検 査が可能です。 最大吊り上げ荷重 (135 ton) (最大出荷重量 150 ton) 組立部門には大小あわせて35 カ所の組立デッキが備えられ ております。最大径 6.5 m, 全長20m の缶体が組立でき ます。



X線透過試験室 Radio graphic examination room



Assembling shop

神鋼パンテツク技報

. 2 機械加工部門(NC・MC機械)

- (1) 軸専用のNC 旋盤: 軸封部など厳しい加工精度を 要求されるものに対応できま す。10m用と4m用とがあり ます。 (2) マシニングセンター:縦型と横型があります。ギヤ ーボックス等,形状の複雑な ものの加工を行います。 最大径3mのものが加工可 (3) 大型縦型NC旋盤: 能。高圧容器のフランジ面加 工等を行います。 (4) その他のNC旋盤: シール箱や小物部品加工用と して4基のNC旋盤が稼働し
- ています。 .3 グラスライニング部門

) 1号焼成炉

箱型の三基の炉から成っています。そのうちの二基は合 *して,一つの炉となり,大容量の缶体が焼成出来ます。 三基の炉は 当社開発の 自動温度制御 システムを 備えてお),操作性の簡便さと精度の高い制御が可能となっていま ►。1号炉で焼成できる缶体の寸法形状は次の通りです。

	最大焼成重量	30 ton
	機器最大径	4 200 mm
	機器最大長さ	7 500 mm (合体時 15 000 mm)
)	2 号焼成炉	

円筒型炉で、炉底を昇降させて焼成品の出し入れを行い :す。ローラーコンベアー式自動搬送焼成システムを装備



1号焼成炉(大型化工機,貯槽専用炉) No. 1 Enameling furmace for large vessel and storage tank

しており,夜間無人焼成も可能です。炉の操作は1号炉と 同様簡便です。このシステムにも当社の優れたFA技術が 生かされております。2号炉で焼成できる缶体の寸法形状 は次の通りです。

最大焼成重量	1 ton
機器最大径	$2100~\mathrm{mm}$
機器最大高さ	$1760~\mathrm{mm}$

3) 3号焼成炉

この炉は, 撹拌翼やバッフル等のアクセサリー専用炉で す。チェーンコンベアー式自動搬送システムを装備してい ます。 ここで 用いられている ソフトも 当社開発のもので す。3号炉で焼成できるアクセサリーの寸法形状は次の通 りです。

最大焼成重量	1 ton
最大焼成長さ	$4500~\mathrm{mm}$

4) ブラスト装置

これまで手動で行っていたブラスト作業を自動化しまし た。缶体の内外面およびアクセサリーなどの小物部品はす べてそれぞれの自動装置で施工できます。これにより、グ ラスライニング施工表面の前処理が均一で安定したものと なりました。また、作業環境も大幅に改善されました。播 磨製作所に設置されているブラスト装置は次の通りです。

> 外面自動ブラスト装置(1室) 内面自動ブラスト装置(2室) 部品自動ブラスト装置 大型缶体ブラスト装置



3号焼成炉(アクセサリー専用炉) No. 3 Enameling furnace for accessories

品専用炉)

5) 施釉室

グラスライニングの品質に最も影響するのは,施釉作業 でのコンタミです。それを防ぐため,プッシュプル式集塵 装置を付帯した六つの施釉室を設けました。施釉室内は常 にプラス圧に保たれ,外部からの粉塵などコンタミの原因 となる粉塵が入ってこないようにしました。また,1年を 通して一定した環境条件で作業できるよう各室とも冷暖房 完備となっています。

6) 釉薬工場

原料を計量混合し溶解してガラスをつくり,さらに粉砕 して釉薬をつくるのが釉薬工場の役割です。グラスライニ ングの品質に最も影響する工程です。計量誤差を極力小さ くし,ヒューマンエラーの介在する余地をなくして,常に 安定した品質のガラスフリットが得られます。さらに計量 作業でのコンタミを防ぐため釉薬原料自動計量搬送システ ムを導入しました。また,中間原料であるガラスフリット を貯蔵するための自動倉庫も設けました。この二つのシス テムは,すべてパソコンからの指令で操作出来るようにな っており,運転監視や在庫管理などは,当社が開発したプ ロセスモニタ PMX-98 が使用されています。原料混合時 間を大きく短縮できる PSミキサーと溶解されたガラスを 急速冷却粉砕できる装置(いずれも当社開発製品)など, さながら粉体プラントです。このプラントのエンジニアリ ングは当社が実施しました。

3.4 コンテナ部門

粉体,液体,及びガスを海上,陸上輸送するためのコン テナを製作します。製造ラインにはレールが敷設されてい ます。製品は台車から降ろされることなく作業が行われ, 一台ずつ完成していきます。

(1)	周,長手溶接:	高品質な溶接を確 保 するた
		め、自動プラズマ溶接機が設
		備されています。
(2)	鏡自動研摩装置:	コンテナ鏡専用研摩装置で,
		高度な内面仕上げ仕様に応え
		ることが出来ます。
(3)	専用塗装ブース:	海上輸送等過酷な使用条件に
		対応した塗装処理が可能とな
		っています。

むすび

以上紹介したように,播磨製作所は,新しい物流システ ムと数々の新鋭設備の導入により,ユーザの要求する品 質,コスト,納期を確実に達成できる製作所として生まれ 変わりました。この製作所から生み出される化学装置の生 産量を次に示します。

- ・ステンレス機器 40 m³ 重合機換算 250台
 ・グラスライニング機器 10 m³ 重合機換算 500台
- ・コンテナ
 21 m³型換算
 200台

この新しい製作所をベースに今後もユーザの皆様の期待 にこたえる製品を送りだしていきたいと考えています。



コンノノク設置・俗伝ノイン Fabrication line for tank container

Assembling line for tank container

^{ー播磨製作所FAシリーズ</sub>ーー 世界最大グラスライニング焼成炉 の制御システム}

The Control Systems of the Largest Electric Furnace in the World for Manufacturing Glass Lined Equipment



The Kobe plant of Chemical Process Equipment Div. was integlated to the Harima Plant, and the facilities for manufacturing glass lined equipments were constructed newly. Then we developed the control system for the electric furnaces which are the most important facilities of the plant. We described the control system composed of the temperature control and the electric power demandscontrol and so on.

こえが き

この度,化工機事業部では,神戸と,播磨の2ヵ所に分 としていた工場を,播磨製作所に移転,統合した。これま ∑グラスライニング機器は神戸工場で製作してきたが,統 ↑を機会に時代のニーズにあった高品質のグラスライニン 、機器を製作する最新鋭の一貫生産工場を建設した。

グラスライニング機器の品質と製造能力は焼成炉で決ま >。弊社が長年培ってきた築炉技術と最新のFA技術によ 世界最大,最新鋭の焼成炉を自社技術で建設,稼働させ -。

グラスライニング機器の高品質,高機能化,製作期間短 すなどユーザニーズが厳しくなるなかで,作業者の高齢化 こどの問題をかかえている。これらの課題を解決すべく新 こ場は積極的にFA化に取り組んでいる。これらのなかで とも重要な設備である焼成炉の制御システムを紹介する。

設備概要

グラスライニング焼成炉は,焼成炉,電源設備,制御設

備, 炉上クレーン, 冷却台車で構成される。最大重量:30 ton, 最大寸法:4200 mmø×15000 mmL の世界最大の焼 成能力を有する。焼成炉の概略図を**第1図**に示す。

1.1 焼成炉の仕様

(1)	型式	:	箱型電気抵抗炉
(2)	炉材	:	セラミックファイバー
(3)	構成	:	3 基の箱型炉で構成されその内2 基は
			ドッキングして長大容器の焼成に対応
(4)	加熱方式	:	電気抵抗ヒーター
(5)	電力制御	:	サイリスタ・サイクル制御(高調波対
			策)
(6)	温度制御	:	PIDプログラム制御(※1)
(7)	炉上クレーン	:	17.5 ton×4台
(8)	冷却台車	:	自走式30 ton台車
(9)	機械の操作	:	炉扉の開閉、炉上クレーン、並びに冷
			却台車は無線操作



;1図 焼成炉の概略図

ig. 1 The outline of the electric furnaces

(※1) PID制御

P:比例動作 Proportional Action

目標値(温度制御の場合は温度設定値)と制御量(温度制御の場合は実際の温度)との差を制御偏差といい、この制御偏差に比例して操作量(ヒータ出力)を変化させる動作。

I: 積分動作 Integral Control Action

制御偏差入力の時間積分値に比例する大きさの出力信号を出す制御動作。

): 微分動作 Derivative Control Action 制御偏差入力の時間微分値に比例する大きさの出力信号を出す制御動作。

- 1. 2 焼成能力
- ・最大焼成重量:30 ton
- ·最大焼成寸法:
 - 単独運転時 :4200 mm $\phi \times 7000$ mmL ドッキング時:4200 mm $\phi \times 15000$ mmL

2. システム概要

本システムを構成する ハードウエア, ソフトウエアに は、将来的にネートワーク等に対応でき, CIM (Computer Integrated Manufacturing コンピュータ統合生産システ ム)化, FA化を随時押し進めることのできることが必要 で、それを前提に選んだ。

- 2.1 システム構成
 - システムは,
- ・パーソナルコンピュータ(以下,パソコンという)
- C R T
- ・タッチパネルコントローラ
- プログラマブルコントローラ(以下, PCという)
- 調節計
- ・電力パルス変換器
- で構成している。システムの構成を第2図に示す。

前焼成炉, 中焼成炉, 後焼成炉の各炉には, ヒータを 10カ所のゾーンに分けて配置しており, それぞれのヒータ は, 調節計の出力によりサイリスタ制御を行っている。

調節計には、PYH9A302TYAY(富士電機製)(以下、 PYHという)を使用している。特長は、第1にPCを通 してパソコンから設定された温度と出力を使用して制御で きること。第2に、オートチューニング機能(PID制御 パラメータを調節計自身が自動演算、設定できる機能)付 きであること。以上の2点である。

PCには、MICREX-F120H(富士電機製)、パソコン には、FC-9801A(NEC製 20 Mbyte ハードディスク内 蔵)を使用している。CRTは、PC-KD882(NEC製) を使用し、タッチパネル(ニッシャインターシステムズ製、 静電容量方式)を組み込んでいる。タッチした情報は、パ ソコンに RS-232C 標準ポートを通して入力される。

パソコン, PC, PYHはTリンク(富士電機製ネット ワーク)で結ばれており,各々のPYHの情報はPCに伝 送され,パソコン上で読み出すことができる。また,逆に パソコンからPCに書き込まれたデータは, PYHに伝送 され利用される。

このシステムで各炉が単独運転を行っているときは,各 々のPCを監視,制御する。前焼成炉と中焼成炉とがドッ キングして運転している時は,前焼成炉のパソコン1台で 前焼成炉と中焼成炉の監視,制御を行うので,中焼成炉の PCと前焼成炉のパソコンをTリンクで結んでいる。

また各PCには,各扉と開閉信号を,また,中焼成炉の PCには,各炉の電力出力信号を取り込んでいる。

2. 2 PC側のソフトエア処理

(各炉共通)

- (1) 単独運転時の炉の扉と温度制御のインタロック
- (2) R-SV値(パソコンからのリモート設定値)の一括 設定
- (3) 出力切り替えスイッチの一括切り替え



第2図 システム構成

Fig. 2 Outline of system configuration

- (4) EX-MV値 (パソコンから設定する規定操作量)の
 一括設定
- (5) サイリスタ異常の検出
- (6) PYHの計器異常の検出(前焼成炉,中焼成炉のみ)
- (7) 運転形態(単独,ドッキング)
- (8) ドッキング運転時の炉の扉と温度制御のインタロック (中焼成炉のみ)
- (9) (4)における一括設定と個別設定の切り替え
- (10) 各炉の電力出力パルスのカウント
- 2. 3 パソコン側のソフトウエア処理 使用するソフトウエアを決める上で特に次の性能に注意

した。

(1) 操作性:タッチパネル対応などのマンマシンインター

- フェースがよく準備されていること。
- (2) 制御性:状況の変化に対応しやすいこと。多様な温度 制御をおこなえること。
- (3) 凡用性:簡単な設定で機能を使用,変更できること。 ネットワークに対応できるパッケージソフト であること。

2. 3. 1 ソフトウエア構成

単独運転時のパソコン側のソフトウエア構成を第3図に 示す。ドッキング運転時のソフトウエア構成を第4図に示 す。

本システムでは、上で述べた理由から弊社で開発販売し ている「プロセスモニタPMX-98」を使用している。こ のソフトウエアは、パソコンと、外部機器(PC,調節 計、レコーダ、多重伝送機器、I/Oボードなど)を接続 して、システムをプログラムレスで構築することができる パッケージソフトウエアである。パソコンと接続する外部 機器は、市販のものが利用できる。このソフトウエアを使 用することで経済性の高いシステムが容易に短期間で構築 できる。



第3図 単独運転システムのソフトウエア構成

Fig. 3 Software construction of separate operation system

外部機器との接続は、 RS-232C, RS-422 などの通信イ ンターフェースを利用するタイプと、インターフェースボ ード、 I/Oボードなどにより直接入出力 するタイプがあ る。各タイプともハンドラ(外部機器とデータを入出力す るインターフェースプログラム)をシステムに組み込んで 使用することができる。このシステムでは、次のハンドラ を使用している。

- MICREX ハンドラ(ドッキング時は、2本使用する)
 PCのデータを入出力する。
- 2) 演算ハンドラ(内部データ演算処理タスク)・パソコン内部に演算器を構成し、データ要求があると各通信ハンドラからリアルタイムデータを演算処理し、その結果を返すことができる。

また,パソコンとオペレータのマンマシンインターフェ -スとしてタッチパネル入力タスクがある。画面をタッチ することで,画面を切り替えたり,グラフィック画面で入 力ができる。

ー方OSは、MS-DOS Ver5.0 を使用しており、従来の Ver3.3 に比べ拡張メモリを使用することができるのでメ モリ空間が広くなっている。(この機能は、FC-9801A 等 の32ビット機に限られている。)また、MS-DOSは、シ ングルタスクなのでVMX-86 Ver2.0 を組み込んでリアル タイムマルチタスク処理を実現している。

2.3.2 画面構成

画面は, PMX-98のフオアグランドタスク(※2)で ある次の機能を使用して構成されている。

1) グラフィック表示機能

ツールを用いて描いたグラフィック画面に,ユーティリ ティソフトでタグ名(データを参照するための名前)を割 り付けることにより,画面上で数値を入出力できる。

(1) 温度表示画面:

炉の各ゾーンの調節計の実測温度,温度制御の進行状況の表示,制御の開始終了,中断の入力ができる。 (2) オーダ番号,品名入力画面:

焼成を行うオーダ番号と品名を入力する。このデータは,温度表示画面にも出力される。

(3) 温度パターン入力画面:

Fore ground task							
Background task task							
		VM	X-86				
MS-DOS Micrex Micrex Internal data system handler handler Internal data operation handler handler handler							
Hardware							

第4図 ドッキング運転システムのソフトウエア構成 **Fig. 4** Software construction of combined operation system

· · · ·

設定を希望するパターンを選び,そのパラメータを入 力する。パターン毎に入力画面がある。

2) ヒストリカルトレンド表示機能

バックグランドタスク(※2)のデータ収集機能で収集 されたデータをもとに,現在と過去の温度状況をトレンド 表示する。

・トレンド表示画面:

炉の6ゾーンの 調節計の 実測温度を トレンド 表示する。

3) メッセージ表示機能

バックグランドタスクのイベント監視機能に登録した警 報などの内容をメッセージ表示する。

- アラーム表示画面:
 サイリスタの異常,調節計の計器異常が発生したとき
 にそのメッセージを表示する。
- 4)設定操作機能 デジタルタグのON, OFF, アナログタグの数値をキ

テシタルタクのON, OFF, アテロクタクの数値をキ ー入力により設定できる。

- ・設定操作画面: 制御に必要なパラメータの設定,変更やスイッチの操 作を,画面を見ながらキー入力で行える。
- 3. 温度制御

本システムのメインとなる温度制御は, PMX-98のハ ンドラの一つである演算ハンドラが処理を行っている。演 算ハンドラは,ユニット単位で設定されたプログラム処理 を実行し外部機器に送ることができるため, 簡単な演算か ら複雑なフロー処理まで行える。

演算ハンドラでは、1ユニットが1タグになるのでパラ メータの設定や、起動、終了などの内部データを簡単に設 けることができる。設定されたタグは、他のタグと同様に グラフィック画面上や設定操作画面上で入力が行える。

3.1 温度制御の考え方

品質の向上,安定化のためには,高精度な温度制御を行 う必要がある。今回,弊社に蓄えられた焼成技術をもとに 制御パターンを作成し,そのパターンを着実に実行できる 制御システムを開発した。

目標温度までの昇降温には、ガラスの欠陥をなくすため

(※2)フォアグランドタスクとバックグランドタスク

バックグランドタスクは、メモリに常駐して動作するプログラムである。バックグランドタスクは、パソコンの表示画面に関係なく、 裏側で並行して動作しており、全体の処理性能を向上させている。

バックグランドタスクに対しフォアグランドタスクは、マンマシンプログラムと呼ばれ、非常駐プログラムで表側(コンソール側)で 動作しており、キーボード入力、画面出力を行うプログラムである。



第5図 1ステップの形態 Fig. 5 The forms of one step

第1表第7図でのパラメータの設定

Habie L Histituted par		ameters to 1	1g. /
	Temp	Hold	Slope
Step 1	Target 1	Time 1	
Step 2	Target 2	Holdtime	Slope 1
Step 3	Target 3	Time 2	Slope 2
Step 4	Target 4	Time 3	

に出力をランプ状に変化させる場合がある。つまり,昇降 温の制御には,設定温度にいきなり目標温度を設定するス テップ状と,設定温度を少しずつ変更して一定時間に一定 温度を上げ下げするランプ状がある。また,実体温度を均 一化するためには,焼成温度(実際にものを焼く温度)に 達してからのホールド時間を制御する必要がある。

つまり,一つの目標温度を設定した制御には,その目標 温度に昇降温するのに昇降温速度があるかないかと,目標 温度に達してその温度をホールドするかしないかである。 これ1ステップと考えれば,この1ステップの集まりで一 つの温度パターンを形成することができる。(**第5**図参照)

ただし,昇降温速度の設定もなくホールドの設定もない 場合の制御は第5図での制御ならばホールドを一番短い時 間に設定することで代用できるので,より多彩な温度制御 に対応するため,目標温度を設定するだけで次のステップ に進行するようにした。

よりスムーズなステップの進行を押し進めるために次の 条件を設けた。

- (1) どのタイプも次にステップが設定されていない場合 は,その段階で処理が終わる。
- (2) 一定速度で昇温(降温)させる場合の初期値は,前 ステップの目標温度である。前ステップがない場合 は,取得した実温の内いちばん小さい温度が初期値に なる。



第6図 温度制御パターン例

Fig. 6 An instance of the temperature control pattern



第7図 第6図のパターンをステップに分割 Fig. 7 The pattern of fig. 6 patitioned into steps

(3) 取得する実温が一つではなく複数ある場合は、一部の実温が調節計のPID制御の働きにより目標温度に達しないこともあるため、目標温度からある範囲の温度域(調節可能)に達すれば、目標温度に達したと認識できるようにした。

3.2 温度制御の例

3.1 で示した考え方をもとに簡単な例を紹介する。

まず,第6図のような温度制御パターンを行うとする。 3.1の考え方でステップに分割すると,第7図のようにな る。このように制御するためのパラメータの設定は,第1 表のようになる。実測温度が目標温度を超えないと次のス テップに進行しないように制御するためには,ホールド時間を設定しなければならないので,第7図の TIME 1,2, 3 にホールド時間として設定でさる一番小さな値を設定す る。

3.3 昇降温速度初期值

昇降温速度の初期値は、通常、前ステップの目標温度が その値になる。この初期値を自由に変更したい場合は、例 えば上の例から第8図の様に制御行うとするならば、パラ メータの設定は、第2表のようになる。

3. 4 ピークカット制御

焼成炉は数千キロワットの電力消費するため,省エネル ギー運転を行っている。各炉が単独運転を行ったときの合 計最大出力値は,X kW である。この合計最大出力値を (X-α)kW とすることで省電力を行っている。

3. 4. 1 ピークカットの概要

各炉の単独運転時の最大出力は,

(1) 前焼成炉 A kW



第8図 昇降温速度初期值設定例

Fig. 8 An institution instance of the first value for sloped temperature

- (2) 中焼成炉 B kW
- (3) 後焼成炉 C kW

とする。各炉の出力状況は、パルス信号で中焼成炉のPC に入力され、カウンタでそれぞれカウントされる。そのカ ウント値をパソコン側で周期的に読み電力消費量を計算す る。電力消費量の合計が (X-a)kW を超えたときに、そ の超えた分だけ中焼成炉の出力調整を行う。つまり、出力 のいちばん大きい中焼成炉の出力を調整することで、ピー クカットを行っている。

3. 4. 2 PMX-98 における制御方法

パソコンでのピークカット制御は, PMX-98 の演算ハ ンドラで行っている。ピークカットは, その演算ハンドラ の1ユニットで行われている。ユニットには, 演算周期が 設定できる。例えば30秒と設定すると30秒毎にユニットに 設定してある演算が行われるのである。

1) 演算周期毎に行われる処理の内容

- (1) 各炉の電力出力パルスのカウント値とマシンタイム を取得し,前回取得分との差を求める。
- (2) 各カウンタ値の差の合計をマシンタイムの差で割り
 1秒平均のパルスカウント値を求める。

(3) 電力消費量を求める

[電力消費量]= $\begin{bmatrix} 1$ 秒平均の パルスカウ ント値 $\end{bmatrix}$ ×[パルスレート]×3600

- (4) ピークカットの必要性を判断する。
- [電力消費量] > X-α ピークカット処理を行う。

第2表第8図でのパラメータの設定 Table 2 Instituted parameter to fig 8

	Temp	Hold	Slope					
Step 1	Target 1	Time 1						
Step 2	Target 2							
Step 3	Target 3	Holdtime	Slope 1					
Step 4	Target 4							
Step 5	Target 5	Time 2	Slope 2					
Step 6	Target 6	Time 3						
	((

・[電力消費量] $\leq X - \alpha$

調節計のPID演算によるMV値(操作量)出力に コントロールフラグを切り替える。

- 2) ピークカット処理
- (1) 調節計各々のMV値(現在の操作量)を取得する。
- (2) 調節計それぞれに対し EX_MV 値 (規定操作量)を 演算し出力する。

 $EX_MV = MV - \frac{\left(\left[\vec{r} \neq \nu \right] + \left[\vec{\alpha}\right] - (X - \alpha)\right)}{B} \times 10\ 000$

(3) 出力が調節計のPID演算によるMV値からパソコンから設定した EX_MV値になるようにコントロールフラグを切り替える。

ピークカットの制御フローは以上である。

むすび

グラスライニング焼成炉は、温度制御が生命である。これまで複雑な操作で高精度な温度制御をこなしてきたが、このたび新しく導入した温度制御システムにより、簡単な操作で高精度な温度制御ができるようになった。タッチパネルとカラーディスプレイの組み合わせによる人にやさしいインターフェースは、工場のヒューマニティを指向するものである。

温度制御は職人芸で培ってきたノウハウをプログラム化 するにとどまっているが、将来は、ファジーやAIなども 取り組む計画である。工場内には、生産管理用のLANが、 すでに稼働している。生産管理システムとリンクして、各 焼成炉を含めたネットワーク化を進め、CIM化をはかっ ていく計画である。

〔参考文献〕

1) 橋岡ほか:神鋼パンテツク技報 Vol. 35 No.3 (1991) p. 15

フルゾーン・テスト設備の紹介

Test Facility with [FULLZONE] Impeller



Shinko Pantec has developed an advanced mixing impeller [FULLZONE] and started on business since April 1991. Recently we constructed a test facility with [FULLZONE] impeller. This test facility is composed of glass-lined vessel, impeller & baffles, so it can be used for test with actual chemical reaction in the premise of our customers. It is designed to be transported on the tracks and the technical operating data, such as shaft speed and shaft torque, which are obtained during test can be utilized for scale-up of commercial reactors. We hope this test facility will be served for improvement of mixing processes in customer's stirred vessels.

まえがき

低粘度域から中高粘度域の広い領域で効率のよい撹拌混 合性能をもつフルゾーン撹拌翼(第1図)が開発され、上 市約1年間で20機を越える実績を持つことができた。フル ゾーン翼の混合機能の評価は、当社西神技術研究所に設置 されたテスト撹拌槽で模擬流体(水、水飴等)を用い、各 種撹拌翼との比較を中心に数多く実施してきた。このたび 実際の反応液を用いて混合機能を確かめたいというユーザ 各位の要望にこたえるために、グラスライニング製(以下 GL製)のフルゾーン翼付き100 ℓ t 反応槽を中心とするテ



第1図 フルゾーンを装備した撹拌槽 Fig. 1 FULLZONE set into a vessel スト設備を製作した。この設備はユーザ工場またはユーザ 研究所に貸与し,フルゾーン翼の性能を実液で確認してい ただくことを目的としている。ここでは貸与用フルゾーン テスト設備を紹介する。

1. フルゾーン翼の適用

第2図に示すようにフルゾーン翼は低粘度域から中高粘 度域(R_e>20)で従来の撹拌翼より混合効率が良い。回 分操作で処理液の粘度や操作液面が変化し、その間混合、 反応、伝熱、溶解、濃縮などの操作をする場合が多くある が、このような多目的の撹拌に適している。またフルゾー ン翼は低粘度域の撹拌においても少ない動力で均一混合が 達成できるため粒子径を大きく成長させたい晶析操作にも 適している。第3図に示すように、固液分散系、液液分散 系で比較的比重差のある混合操作にも他翼に比較して少な い動力で均一混合が達成される。このように低剪断性能に 優れた性質からポリマー重合機としても乳化重合、懸濁重 合に適用できる。以上を簡単にまとめると次に示す用途に



第2図 $n \cdot \theta_M - R_e$ 曲線の比較 Fig. 2 Comparison of $n \cdot \theta_M - R_e$ curves for several impellers フルゾーン翼は適用できると考える。

- (1) 低粘度~中高粘度,混合,反応,伝熱,溶解,濃縮等 の多目的撹拌操作
- (2)晶析操作
- (3) 乳化重合, 懸濁重合 SB/SBR ラテックス
 - AS/ABS/MBS
 - ペースト PVC
 - EVA
 - EPS
 - エポキシ
 - アルキッド樹脂
 - EPDM
 - ポリウレタン樹脂

当社は撹拌型反応機のメーカとして多様な形式の撹拌機 を納入してきた。各種撹拌翼とフルゾーン翼の包括的な比 較を第1表に示す。この表から読み取れるように多量のガ ス吹き込みを伴う通気撹拌操作を除いては従来翼に代替え



Table 1 Comprehensive comparison of various impellers including FULLZONE

Imp	ellers	Propeller	Pfaudler impeller	Paddle	Turbine	Multiple impellers	FULLZONE	Anchor	Helical ribbon
Viscosity Range	High Meadium Low	× × O	× O ©	× O	× A O	× O ©	000	∆ 0 0	© ○ △
Gas-Liqui Solid-Liqu	d 1id		0 ©	∆ 0	© ∆	0	∆ ©	× △	× ×
$\operatorname{Mixing}_{\operatorname{Time}} \left\{ \begin{array}{c} V \\ V \\ \end{array} \right\}$	/iscous Nonviscous	×	×	×	×	×	0 ©	$\stackrel{\Delta}{{}}$	© ∆
Shaft toro Capital co	jue ost	Ø	Ø	Ø	Ø	0	. Δ	Δ	×
Cleaning Maintenar	ice	0.	ø	0	0	Δ	Δ	0	×

 \bigcirc : Excellent, \bigcirc : Good, \triangle : Permissible, \times : Not suitable



Fig. 4 Schematics of test facility

でき、混合効率の改善が期待できると考える。

2. テスト設備の概要

第4図にテスト設備の外形図を写真1に外観を示す。全 体の重量は約2.5 TON で, 架台① (1.1 m×1.9 m×2.125 高さ)に100 ft GL製反応槽②を設置し、その上部に無段 変速機③, プーリ④, トルク検出器⑤, ダブルメカニカル シール⑥から構成される伝動装置がある。槽内にはGL製 のフルゾーン翼⑦とバッフル⑧を設置している。反応槽② は本体フランジ部以下が昇降装置⑨横転装置⑩により,昇 降横転が可能で反応槽内部の点検、清掃ができる。現地へ 搬入据付後,ユーザにて電源の接続とユーティリティ配管 接続および反応原料, 触媒, 薬液などの供給配管と製品の 排出配管を施工していただく。このテスト設備の設置には











写真1 フルゾーンテスト設備 Photo. 1 Test facility with [FULLZONE] impeller

神鋼パンテツク技報

約4m×3m×4m(高さ)程度の場所が必要で、反応機 に熱交換器,蒸留塔,デカンターなどの付帯機器が必要な 場合はユーザにて準備していただく予定である。

3. テスト設備の仕様

3.1 反応槽本体

標準的な運転容量は100 ℓt を想定している。反応槽本体 は耐食性にもっとも優れた当社 No. 9000 グラスライニン グを採用している。容器本体は高圧ガス特定設備(毒性ガ ス)を想定し、設計製作した。 外套へは昇温時に スチー ム、冷却時に冷却水を供給していただくことを標準として いる。原料, 薬液などの供給ノズルは 25⁴(JIS 20 K) 3 カ 所が準備されており、製品の排出には 50⁴/40⁴ のフラッシ ュ弁を付属している。

	本体	外套
計算容量	132 <i>l</i> t	52 <i>l</i> t
槽 径	500 mm	600 mm
設計圧力	F.V. & 15 kg/cm ² G	6 kg/cm²G
設計温度	200 ° C	200 ° C
適用法規	高圧ガス(毒性)	(ソノ他)
放射線検査	100 %	20 %
材 質	GL(SM400B)	SS400
		(内面 Ni メッキ)
取合ノズルス	k体上蓋 :25 ^A JIS20F	X×3個
	底排弁 :40 ^A JIS20F	X×1個
	外套 :25▲JIS10F	X×3個

- :40^AJIS10K×1個(予備)
- 3.2 各付属品の仕様

〔リングコーン無段変速機〕 RXMZR-2200-G3-1AX 2.2 kW, 4 P, 50/60 HZ, 200/220 V



Fig. 5 Flow sheet of instrument

Vol. 36 No. 2 (1992/8)

耐圧防爆型モータ(d2G4) 屋外型 [トルク検出器] 測定範囲0~5 Kg-m, 耐圧防爆型 「輔軒」 2^B ダブルメカニカルシール 摺 動 材:セラミックコート VS カーボン シール箱:SUS316 シール液: ISO VG#32~68 (共液シールも可) 加 圧 筒:SUS316 〔撹拌翼〕 スパン260/280GL製フルゾーン撹拌翼 回転数0~250 R/M(60 HZ), 0~200 R/M(50 HZ) [バッフル] 幅40mmGL製ビーバテール型バッフル2本 グラスセンサーT付き 〔底排弁〕 50^A/40^AGL製フラッシュ弁 弁座はPTFE 〔昇降装置〕

リフト長900 mm

昇降速度450 mm/min(60 HZ), 375 mm/min(50 HZ) 〔計装, 電気〕

第5図に計装,電気の系統図を示す。右下に計装品,電 気品の一覧表を示す。装置付属の電気品はすべて防爆仕様 とし、制御盤はエアパージ方式の簡易内圧構造とした。こ のフルゾーンテスト設備は反応槽の温度、圧力および撹拌 軸の回転数、トルクが自動で記録計測できる。また反応構 の昇温、冷却もコントロールパネルより設定可能となって いる。ここで得られたデータからスケールアップを含めた 技術検討を実施し、実機の撹拌機設計仕様を決定すること ができる。

			凡	例			
項目	記 号	名	称	機		備	考
計	TR/PR XR TICR-1 TR-2 TICR-3 TR-4 PICR-3 TR-4 PICR-2 XICR-RPM XIR-TQ CV-ST CV-CW CS1 CS2	温度圧力記録計 トルク回転数記録示 内液下部温度指示 スチーム大出口屋辺 冷却水出口屋辺 内部圧力指示調節 対・ケット圧力指 回転数指示調節計 負荷トルク指示記弁 冷却印換スペ 内液/ジャケット/	計 調節計 計 指示調節計 計 計 示 調節計 録 計	 6打点記録計 3ペン記録計 PID調節計 PID調節計 PID調節計 PID調節計 オートレータ トルクメータ エアー駆動が エアー駆動が エアー駆動が エアー駆動が マグシュータ エアー駆動が スペッチ 切換スイッチ 	ー くジショナ くジショナ		
鄮 炅	CP M1 PM M2 LSH LSL	コントロールパネ. 搅拌機モータ パイロットモータ 昇降モータ 昇降上限リミット 昇降下限リミット	ル スイッチ スイッチ	簡易エアーパ リングコーン 回転数可変用 サイクロ減速	ージ方式 無段変速機 魔	AC220/200V AC220/200V AC100/100V AC220/200V	5.0 kW 2.2 kW 0.4 kW 1.5 kW
その他	SV RD PP	安全 弁 ラプチャーディス 加圧筒	ņ				
取合点	ES AS ST SD CW CWR	供給電源(相チェ 供給エアー スチーム スチームドレン 冷却水入 冷却水出	ッカー付)	3¢AC220/200 ⁷ 4~7 k 清浄乾 MAX. 6 kg/ca 3~5 m ³ /H 3~5 m ³ /H	V 5kW 燥空気 n ² 蒸気 27 ℃	15AJIS10kFF 25AJIS10kRF 25Aホースジ 25AJIS10kRF 25AJIS10kRF	ョイント



第6図 フルゾーン翼の N_p-R_e 線図 Fig. 6 N_p-R_e curve

4. フルゾーン翼の動力特性

本設備に付帯するフルゾーン翼は、水相当の物性で撹拌 した場合,約144 R/M で 0.5 kW/m³の撹拌強さを与え る。この翼の Np-Re 線図を第6図に示す。低粘度撹拌で は 0.5 kW/m³ で充分な均一混合が可能であるが、液粘度 が増大すると撹拌強さは大きくしていく必要がある。本設 備のトルク検出器が最大5 Kg-m まで測定可能であるが, 軸封部と軸受部でのロストルクを見込んで、許容正味撹拌 トルクを4 Kg-m として本テスト設備での使用可能な液粘 度と回転数, 撹拌強さの関係を第7図に示す。第7図より 本設備では おおよそ 100 000 CP の高粘度液まで 使用する ことができる。中高粘度域の撹拌では必要とされる撹拌強 さ (Pv 値) がどの程度かあらかじめ判明している場合は 少ない。従って本設備により適正な反応操作を達成させる Pv 値を測定し、 実スケールの商業機の設計に反映させる ことを主な狙いとしている。また撹拌機の回転数の変化に よって見かけの粘度が変化する非ニュートン流体の場合に も、回転数数種の実測データから実反応液の流動特性を本 トルク検出器により見いだすことができる。

むすび

貸与用フルゾーンテスト設備が完成し,今後ユーザ各位 より実液,実プロセスの撹拌技術に関するデータが数多く



第7図 フルゾーン翼のトルク特性 Fig. 7 Torque characteristic of FULLZONE impeller

集積されることになる。これらの貴重なデータはユーザ各 位での撹拌技術改善に有効に役立てるため、当社西神技術 研究所に設置された可視テスト設備でのフィードバックテ ストで詳細な解析を試みることを予定している。可視テス ト設備には最新型のレーザ・ドップラー流速計が付帯され ているので、貸与機と幾何学的相似条件を可視テスト設備 にて再現し、模擬液による撹拌槽内各部の流速を実測する ことができる。実液と模擬液による詳細な解析をもとにユ ーザ各位の反応プロセス技術の改善に貸与用フルゾーンテ スト設備がお役にたてば幸いである。

記号説明

\mathbf{R}_{e}	:	撹拌レイノルズ数=ρnd²/μ	[]
N_p	:	搅拌動力数	[-]
θ_{M}	:	混合時間	[s]
n			F1-1	TT7 / .9

Pv:単位容積あたりの撹拌動力=撹拌強さ [kW/m³]

〔参考文献〕

1) 菊池, 高田ら: 神鋼パンテツク技報 VOL. 35, No. 1

PSミキサーの性能

Introduction of PS MIXER



PS MIXER has been developed to realize precise mixing of powder by strong shear force which a combination of impeller and chopper produces. In this paper, the feature of PS MIXER is introduced as a mixer under vacuum or a mixer for disintegration, and in the field of granulating and drying.

Mixing ability of PS MIXER is shown by using color difference for the mixing test of $CaCO_3$ and Red Iron Oxide.

Power characteristics is also studied and shown the relationship between power consumption of impeller and mixing chamber volume.

まえがき

近年,粉末成形品の機械的性質の向上,機能性複合材料 の製造,ファイン化に伴う微粉砕物質の混合などのニーズ から,より精密で高分散が可能な混合機が望まれている。

PSミキサーは、高速回転する撹拌翼とチョッパーによる複合作用により数種の粉体を短時間で、精密な混合を行うことができる高速剪断型の混合機として開発された。

微量成分の均一混合,比重差のある粉体の高速混合のほ かに,微量液体添加物の均一分散,フィラーなどの開繊混 合,凝集物の解砕混合などに適している。さらにPSミキ サーの機構を活かして,造粒操作や真空乾燥も行うことが 可能である。

1. PSミキサーの機構

第1図にPSミキサーの概略図を示す。混合槽内に投入 された数種の粉体は,槽底部に設けられた高速で回転する 撹拌翼により,旋回運動を与えられ槽内壁に沿って掻き上 げられる。押し上げられた粉体は球形の槽上部内壁に沿っ て槽の中心部へ反転し,全体として対流運動を繰り返す。 粉体と撹拌翼および槽壁,粉体相互間の相対速度差によっ て,粉体には強い剪断力が与えられ混合が促進される。

さらに, 槽側壁に設けられたチョッパーが, 凝集した粉体を解砕しながら粉体に複雑な三次元運動を与え, より精密な混合を行うことができる。また, 槽上部が球形であるため混合槽内にデッドスペースがなく, 槽壁が常に流動する粉体で更新されていく。撹拌翼のシール部には, 粉体の 噛み込みを避けるためエアシールを採用している。

PSミキサーは,第1図に示すように撹拌翼昇降機構を 備えることが可能なため,槽内の洗浄時に撹拌翼を取り外 すことなく,撹拌翼および槽底の清掃を容易に行うことが できる。

2. PSミキサーの混合特性

2.1 半球形槽の効果

PSミキサーは槽内上部でのデッドスペースを無くし, 混合性能を向上させるため半球形槽を採用している。槽上 部の形状の違いによる混合性能を着色度により比較した。 混合槽上部の形状を円筒形,円錐形,半球形とした場合の 着色度の経時変化を第2図に示す。着色実験は軽質炭酸カ ルシウム(白色)に1wt%の弁柄(赤色)を加え,撹拌翼 として60°傾斜パドルを用い,翼回転数960rpm(≒14.6 m/s)で運転した。時間経過とともに混合が進むにつれ, 炭酸カルシウム中に散在する赤色の弁柄が均一に分散さ れ,赤色が濃くなっていく。所定の時間毎にサンプリング し,混合開始前の炭酸カルシウムに対する各サンプルの色



Fig. 1 PS MIXER



第2回 着色度比較テスト槽上部形状の影響 **'ig. 2** Coloring test; Effect on configuration of upper head



差を着色度と定義し色差計(スガ試験機製)を用い色差を 則定した。

第2図から半球形が着色度も良く,また所要動力も低い ことがわかる。なお, 槽底部の形状について皿形鏡と半球 とを比較したが, 差異はみられなかった。これらの実験結 果より, PSミキサーの形状を低部を平皿形,上部を半球 形にした。

!. 2 チョッパーの効果

PS-30型(全容量 340 ℓ t)のPSミキサーを用い, 撹拌 翼のみの場合とチョッパーを併用したときの着色度を比較 した。試料としては 2.1 と同様に炭酸カルシウムと弁柄を 利いた。チョッパーの混合性能に対する効果を見るために 覚拌翼は,同一回転数(156 rpm)で運転し,チョッパー 無しの場合とチョッパーを1960 rpm で回転させた場合の 着色度を比較した結果を第3図に示す。なお、参考に撹拌 翼を高速回転(246 rpm)で運転したときの結果も併記し た。この結果から,弁柄のような凝集性が強い粉体に対す る混合操作には強い剪断力が必要であり、チョッパーの効 果が極めて大きいことが判る。

今まで行った種々の実験結果から, 撹拌翼を低速で運転 し, チョッパーを高速で運転することにより

- (1) 撹拌翼モータの小型化を図る。
- (2) 撹拌翼だけでは高剪断を与えられない物質を混合する。
- (3) チョッパーによって与えられる発熱は, 撹拌翼に比べ, 非常に少ないので, 熱に敏感な物質を混合する。

などの場合にチョッパーの効果が発揮される。



THE LOOK

第3図 着色度比較テスト チョッパーの影響 Fig. 3 Coloring test; Effect of chopper

3. PSミキサーの動力特性

一般に容器固定型混合機の動力は剪断力,慣性力および 重力の項から成り立っているが,重力の項は他の2項に比 して無視でき,動力推算式は無次元式として(1)式の形でま とめられる¹⁾。

$$N_{\rm P} = K_1 \cdot N_{\rm M}^{-1} + K_2 \tag{1}$$

いま第4図に示すPSミキサーで考えると、(1)式における動力数 N_P とレイノルズ数に相当する無次元数 N_M は

$N_P = Pg/\rho n^3 R^2 A \pi (R+r)$	(2)
$N_{\rm M} = n^2 R^2 / \sigma_{\rm M} H_{\rm e}$	(3)

で定義される。

また(2), (3)式で使用した	た文字は
P:搅拌動力	(kg•m/sec)
ho:試料嵩密度	(kg/m^3)
A:翼投影面積	(m²)
R:翼半径	(m)
r :ボス半径	(m)
μ : tan ϕ	♦:安息角
H。:仕込高さ	(m)

である。

テストに用いたミキサーは、 $PS-02型(全容量 23 \ell t)$, $PS-05型(全容量 50 \ell t)$, $PS-30型(全容量 340 \ell t)$ で, いずれも形状相似の 60° 傾斜 3 枚パドル翼を使用した。試 料としては

軽質炭カル (ρ =0.42, d₅₀=2 μ) 08重炭 (ρ =1.37, d₅₀=5.5 μ) スーパーS (ρ =0.64, d₅₀=4 μ)

を用いた。これらは一般市販用の炭酸カルシウム(丸尾カ ルシウム製)である。試料の投入量と撹拌翼回転数を変化 させ, 撹拌動力を測定した。 実験値から N_P, N_M を計算 しプロットしたものを**第5図**に示す。

図より,

$$N_P \propto N_M^{-0.6} \tag{4}$$

の相関関係がみられる。



第5図 動力数 NP と撹拌レイノルズ数 NM の関係 Fig. 5 Relationship between NP and NM



第6図 槽容量と動力の関係 Fig. 6 Relationship between capacity of vessel

試料物性は同一で,周速一定,幾何学的に相似である条件でスケールアップを考え,(4)式を変形すると,

$$\mathbf{P} \propto \mathbf{R}^{2.6} \tag{5}$$

さらに槽容量 V(m³) を用いて変形すると

 $\mathbf{P} \propto \mathbf{V}^{\mathbf{0.87}} \tag{6}$

となり、モータ動力は槽容量の0.87乗に比例することになる。

この関係を確認するために代表的粉体として, 軽質炭酸 カルジウム(ρ =0.42)を用い, 槽容量18 ℓ t, 23 ℓ t, 50 ℓ t, 340 ℓ t の各機種で周速を10 m/s, 15 m/s, 20 m/s として 運転したときの槽容量と所要動力の関係を**第6図**に示す。 これより,

$$\mathbf{P} \propto \mathbf{V}^{\mathbf{0.87}} \tag{7}$$

となり、式(6)と同様の結果となった。

4. PSミキサーの適用例

4.1 混合



写真1 PSミキサーでの造粒テスト Photo.1 Granurating test on PS MIXER

PSミキサーは、微量添加剤の混合,コンパウンド原料 などの単なるミキシングだけでなく、繊維状物質の開繊、 微粒子凝集物の解砕混合,真空下での混合などが可能であ る。

1) 真空混合

空気酸化性のある物質または粉塵爆発の恐れのある物質 等の混合においては,槽内を減圧し,真空下で混合するこ とが有効である。

また,非常に嵩密度が小さく,撹拌動力をかけにくい粉体は,真空下で混合することにより粉体層中の空気を取り除くため見掛けの嵩比重が大きくなり,混合に必要な剪断力を有効に与えることができる。さらに,ポーラスな物質に対する顔料等の含浸にも有効である。

2) 解砕混合

微粉になればなるほど一般に凝集性は大きくなる。この ため剪断力の弱い混合機ではだまになったり,完全に混合 できず未分散のまま残り所望の混合物が得られない場合が しばしば見受けられる。PSミキサーにおいてはチョッパ ーを高速で回転することにより,凝集性粉体の解砕を行 い,良好な混合物を生成することができる。

4.2 造粒

PSミキサーは、その機構を利用して造粒機としても使用できる。一例としてPS-05型(撹拌翼:60°傾斜3枚パドル、回転数250 rpm、チョッパーなし)により、試料として軽質として軽質炭酸カルシウム6kg、パインダとしてPVA2.5%水溶液2kgを用い、造粒テストを行った際に得られた生成物を写真1に示す。PSミキサーでは一般的に重質の球形造粒物が得られる。混合後の偏析防止、ハンドリング時の粉立ち防止等に造粒操作が適用される。

4.3 乾燥

PSミキサーを乾燥機として利用した例を紹介する。 第1表に示す条件で、炭酸カルシウムの乾燥を行ったとこ ろ、第7図に示すように約5分の運転で初期値2%の含水



が 0.1%以下になった。これは、外套からの加熱と撹拌 1の回転による撹拌熱の発生に加え、槽内の粉体が高速で 1環しているため、伝熱効率が極めて良いことによる。

PSミキサーの用途

PSミキサーの実施例を分野別に分類すると次のように ☆る。

食品分野:香料の分散、食品添加剤の混合

- 医薬分野:薬品添加剤、安定剤の混合および造粒
- 化学分野:酸化チタン,炭酸カルシウムなどの混合およ
- び乾燥 窯業分野:建材原料, ガラス原料, セメント材などの混

合, 混練, 造粒

第 1 表 Table 1

Test equipment	PS-05
Test sample	Super-S
Sample capacity	23.0 kg
Impeller revolution	500 rpm
Pressure in vessel	410~110 torr
Temperature of jacket	130 °C (Steam)
Mixing power	3.5∼6.5 kW
Purge air	20 <i>l</i> t/min

- 樹脂分野:コンパウンド原料の混合・カラーリンダ, 顔 料の分散,フィラーを開繊し樹脂中に分散, 樹脂のゲレーション造粒
- 金属分野:アトマイズ粉,アルミ粉,その他重金属の混

むすび

PSミキサーの混合・動力特性とその適用例についてい くつか紹介させて戴いた。これらの例が読者各位の目に止 まり何らかの参考とならんことを期待している。同時にP Sミキサー PS-05 型を弊社技術研究所内粉体実験室に設 置しており,各位の新たなる用途開発や,技術チャレンジ に御協力させて戴ける機会が与えられんことを希望してい る。

.

〔参考文献〕

1) 宮南啓:化学装置, 23, (1), 75 (1981)

グラスライニング製ワイプレンの紹介

Introduction of Glass-Lined WIPRENE



The Wiped Film Evaporator (WIPRENE) have met with great acceptance in the food, pharmaceutical and petorochemical industries and in other various chemical industries where heat-sensitive substances and high boiling point solutions are handled.

Glass-lined WIPRENE is capable of treating high corrosives, incongruous with metal ions and highly adhesive substances, which have been difficult to treat.

This paper describes some applications of glass-lined WIPRENE.

まえがき

薄膜蒸留装置ワイプレンは,熱に敏感な物質や沸点の高い物質の精製,濃縮,脱色,脱ガスなどの操作を必要とする食品工業,医薬品工業,石油化学工業をはじめあらゆる 化学工業に使用されている。

ワイプレンは高真空操作,高粘度液処理など適用範囲の 広い蒸発装置であるが,30年近い納入実績過程でより高真 空,高粘度,高融点物質の液処理,あるいは耐食的に標準 材質ステンレス鋼では困難な腐食性液の処理など特殊用途 に対して,逐次開発改良を加え需要家のご要望に応えてき た。

ここでは,耐食用途向けとしてのグラスライニング製ワ イプレンの構造,特長および適用例について述べる。

1. グラスライニング製ワイプレンの構造

当社は従来より高腐食性液を対象とするハステロイ,チ タンあるいは純ニッケルなどの材料によるワイプレンを製 作しているが,さらに1972年以来,蒸発器本体のみグラス ライニング製とし,金属製のロータを組み合せた構造のワ イプレンの製造を開始し,耐食性に加え,嫌金属イオンお よび高付着性物質の処理を可能とした。

しかし、ロータ金属部の高耐食性あるいは価格低減など のために、ロータを含む接液、接ガス部全てにわたる nonmetalic 化の要望が強く、このため金属露出部のないグラ スライニング製薄膜蒸留装置ワイプレンを開発した。これ によって、従来グラスライニング製反応槽を用いてバッチ 式で行われていた腐食性物質の蒸発操作を初めて連続化す ることが可能になった。

第1図に本装置の構造を示す。

変速式あるいは一定回転数の伝動装置(A)がカップリング (B)およびメカニカルシール(C)を介して本体内グラスライニ ング製ロータ(D)を回転させる。

ロータは, PTFE製分配盤(F), 分配管(G)およびグラス ライニング製支持棒で保持されたワイパ(I)で構成され, こ れらが一体となって回転する。蒸発した物質はベーパロ(0) より排出される。 残留液は、連続的に流下して残留液出口(M)から排出される。

2. ワイパー機構

グラスライニング製ワイプレンの特長はワイパ機構にあるが,第2図に示すように本装置のロータ構造は,第3図に示す金属製ワイプレンと類似の基本構造である。

カーボン入りPTFEまたは純PTFEを標準とするワ イパは、グラスライニング製支持棒に保持され、ロータの 回転によって遠心力で押しつけられ、加熱壁面すなわち蒸 発面を摺動する。したがってワイパは液分配盤から出た処 理液を蒸発面に押しひろげると共に、極度に薄く均一な液 膜を形成し、さらに液表面を常に更新する働きを行う。

このことはこの種の他の装置に見られない特長であって 他の装置が熱膨張を考慮して,回転翼と壁面との間にある



- (A) Drive
- (B) Coupling
- (C) Mechanical seal
- (D) Shaft
- (E) Feed inlet
- (F) Distributor disc
- (G) Distribution pipe
- (I) Wiper
- (J) Jacket
- (M) Residue outlet
- (0) Vapor outlet
- 第1図 グラスライニング製ワイフ レン Fig. 1 Schematics of glass-lined WIPRENE

Vol. 36 No. 2 (1992/8)

程度の間隙をおいているのと明らかに違っている。隙間を おいた回転翼では、その隙間によって液膜の厚みが決ま り、その上均一な厚さの液膜を得るためには、装置の内面 は非常に精密な機械仕上を必要とするが、本装置のワイパ 機構による場合は、熱膨張や内面の仕上程度に関係なく壁 面全体をぬぐいながら回転する。

以上のようなワイパの作用は,処理液が焦げ付きを起こ すことを防ぎ,蒸発面全体を均一な厚みの液層で濡らし薄 膜表面を更新する。その結果非常に大きな境膜伝熱係数が 得られ,一般にロータの回転数は,低速でその目的を達す ることができる。

3. グラスライニング

グラスライニングは,無機質のガラスを鋼板の表面に焼 成加工し,化学的,物理的に結合させ,鋼板の強じんさと ガラスの耐食性をかね備えたものであって,化学工業用耐 食性機器として欠くべからざるものとなっている。

3.1 グラスライニングのおもな特長

- (1) 化学的腐食に対してきわめて強い耐食性を有し、弗酸を除く全ての酸に対して沸騰点までの全濃度に耐え、その濃度、温度は溶液によって異なるが一般的には175°Cまで、また100°Cにおいてはph12のアルカリ溶液に耐える。
- グラス面は非常になめらかで、内容物が付着しにくく 清掃がきわめて容易に行える。
- (3) グラスは化学的に安定材料であるので、内容物の品質 に影響をおよぼすことなく、また金属イオンによる汚 染などもきわめて少ない。
- (4) ガラス器具による実験室試験と同じ状態で工業的に蒸 留操作が行える。
- 3. 2 グラスライニング製本体胴およびロータ
- 1)本体胴

ワイパが摺動する加熱蒸発面の本体胴は,伝熱性能を高 め,また高真空下で操作するために,製作上次の条件が必 要である。

グラスライニング後の内径真円度およびフランジ面の真直度と平行度を高精度に仕上げる。

ロータ構造と共に,ワイパによる薄膜形成機構上, また缶体内高真空を維持するシール性能上これらの精 度を良くする必要がある。 (2) グラス厚みを薄く均一にし、グラス面はノーピンホ ールで仕上げる。

グラスの熱伝導度が小さいため, グラス層の厚みは 極力薄くしてグラスライニングの伝熱抵抗を小さくす ることが必要である。

2) ロータ

ワイパ機構に付属するロータは、特にそのバランスのとれていることが必要であり、そのためにはシャフトおよび ワイパ取り付け部を高精度に製作することが必要である。

3.3 グラスライニングの熱伝導性

グラスライニングを熱交換器に使用する場合,さきに述 べたようにグラス層の熱伝導度が金属と比較して小さいの で注意する必要がある。グラスライニングの伝熱抵抗は, グラスと鋼の密着性がよいのでグラスと鋼の各抵抗値の和 となり,それ以外に付加される要素は全くない。 熱伝達の基本式は次に示される。

- $Q = U \cdot A \cdot dT$
- Q :伝熱量 [kcal/h]
- U :総括伝熱係数 [kcal/m²·h·°C]
- A : 伝熱面積 〔m²〕
- ⊿T :温度差 〔deg.℃〕

一般に蒸発装置の総括伝熱係数Uは次式で示される。

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} + \frac{L}{K} + f$$

ここに,

 h_i : 処理液側内面境膜伝熱係数 [kcal/m²·h·°C] h_o : 加熱媒体側外面境膜伝熱係数

		[kcal/m ² •h•°C]
K	:加熱壁中の熱伝導率	[kcal/m•h•°C]
L	:加熱壁の厚さ	(m)
f	:汚れ係数	[m ² •h•°C/kcal]

すなわち,総括伝熱係数は処理液側,加熱媒体側,グラ スライニング壁中,外面の汚れの諸伝熱係数から成るが, いずれが支配的であるかは処理液の物性および加熱源の種 類によって異なってくる。

例えば,水のように低粘度物質で熱伝導度の大きいもの の蒸発で,スチーム加熱の場合は,グラスライニング壁中



Positive wiper contact is assured by centrifugal force provided by rotor 第2図 グラスライニング製ロータ断面図 Fig. 2 Section of glass-lined rotor





(b) Section of type B wiper holder

第3図 金属製ロータ断面図 Fig. 3 Section of metallic rotor

神鋼パンテツク技報

Jacket

<u>Rotor</u>

Wiper support fitting

Support spring Wiper

第13	表	グラスライニングの全伝熱抵抗
Table	1	Thermal resistance of glass-lined steel

Thickness of glass layer mm	Thickness of steel mm	Thermal resistance of glass-lined steel hr °C/kcal
0.8 ~0.9	12	0.001 27~0.001 39
0.85~1.0	16	0.001 41~0.001 61
0.9 ~1.2	19	0.001 54~0.001 92

第2表 GL製2m³反応缶蒸留運転データ Table 2 Operating result of distillation with GL reactor

	STEP-1	STEP-2	STEP-3
Distillate volume l	850	640	260
Total operating time hr	10	14	16
Jacket temp. °C (Heating medium)	110 (Steam)	55 (Hot water)	45 (Hot water)
Effective heating area m ²	6.0	5.1	3.9
Overall heat transfer coef. kcal/m ² •hr•°C	39. 5	99. 3	62. 5

の抵抗が支配的になるが、高粘性有機物質の場合には処理 液側の内面境膜伝熱係数が小さくなり、その抵抗が支配的 なものとなる。

グラスライニングの伝熱抵抗はグラス層の抵抗によって 大きく左右され,これをできるだけ小さくする必要がある。 しかしながら耐食性その他の問題などから制限を受け,ワ イプレンのグラス層は一般に0.8~1.2 mm の厚みとなる。 通常装置形状が大きくなるにつれて,鋼板肉厚が増し,グ ラス厚みも増す傾向にあるが,グラスおよび鋼板(軟鋼) の熱伝導度をそれぞれ0.8 kcal/m・h・°C,45 kcal/m・h・°C としてグラスライニング全伝熱抵抗を求めてみると**第1表** のようになる。

また,グラスライニングの特性として注目すべきは,付 着性物質の処理で蒸発面の着垢によるスケール抵抗が問題 となるような場合,グラス面の非付着性が大いに効果を発 揮することであり,処理の開始時より終わりまで安定した 高い総括伝熱係数が得られることである。

4. 適用例

次に, ワイプレンの具体的な適用例について紹介する。 4.1 バッチプロセスの連続化への適用

グラスライニング製2m³反応缶を使用し、バッチ式で 蒸発, 濃縮していたプロセスをグラスライニング製ワイプ レンを採用することにより連続処理が可能となった例を紹 介する。

製品7%を含むメタノール水溶液を製品濃度約21%まで 濃縮することが目的である。1バッチ当りの総液量は2600 ℓ であり、これを最終的に840 ℓ まで濃縮する。熱劣化防 止のため製品温度は30°C以下で操作する。

既設グラスライニング製2m³反応缶を第4図,操作手順を第2表に示すが仕込量1750 *0* のときの外套の有効伝 熱面積は 6.0 m² である。

蒸発操作は次の3STEP により約40時間かけて行われていた。



第4図 GL製2m³反応缶蒸留システム図 Fig. 4 System of distillation by glass-lined reactor

<STEP-1>

処理液を 2600ℓ から 1750ℓ まで連続的に供給しな がら濃縮する。 外套は110 °C のスチームを使用し, このときの処理時間が10時間であった。

<STEP-2>

処理液を 1750ℓ から 1100ℓ まで濃縮する。有効伝 熱面積は 6.0 m^2 から 4.3 m^2 まで減少し、平均の伝熱 面積は 5.1 m^2 となる。外套は $55 ^{\circ}$ C温水を使用し、処 理時間は14時間であった。

<STEP-3>

処理液1100 ℓ を最終の840 ℓ まで濃縮する工程であり有効伝熱面積は4.3 m²から3.6 m²まで減少し、平均の伝熱面積は3.9 m²となる。外套は45°Cの温水を使用し、処理時間は16時間であった。

以上の通り,液面が低下し気液界面での製品の熱劣化を 防止するために外套温度を低くする必要があり,処理時間 が長くかかる。

本プロセスにグラスライニング製 36-75 型ワイプレンを 適用させたフローを**第5回**,ワイプレン本体を**写真1**に示 す。

ワイプレンの前にグラスライニング製フラッシュタンク を設け、ワイプレン内の液分配盤でのフラッシュ蒸発によ る原料液の飛沫同伴を防止した。

原料供給量は 450 ℓ/h, 外套50 °C 温水を使用し, 処理 時間は約6時間であり, このときの総括伝熱係数は 420 kcal/m²・hr・°C であった。

ワイプレンを採用することにより,処理時間の短縮だけ でなく,処理物質の平均滞留時間が短いため,製品の熱劣 化を防止でき 品質の 安定したものが 得られる ようになっ た。

4.2 塩酸酸性溶液の濃縮への適用

塩酸酸性で有機溶剤を含む物質の濃縮に使用した例を経 介する。

処理液は液温 40~45°C で約 4 時間, 50°C では約 2 時



写真1 GL製 36-75型 ワイプレン Photo.1 Glass-lined WIPRENE 36-75

Jで変質する。また,腐食性の液(塩酸酸性 pH1 以下)で うるため,検用可能な耐食材料はグラスライニングあるい ヒ,ハステロイC-276 であるがグラスライニング製 24-30 Jワイプレンが採用となった。

処理液の組成は製品9%, MIBK77%, 高沸点溶剤12 %, 水2%であり, 蒸発濃縮後, 製品中の水分を500 ppm 以下まで精製する。ガラス製2-03型ワイプレンのテストに :り最適操作条件の決定および製品の熱劣化の有無を確認 た。本装置のフローシートを第6図に示すが, 前の反応 こ程がバッチ操作のため, 本装置も約3時間のバッチ運転 :なった。即ち, フローシートに示す通り製品タンクおよ ド留出液タンクを設け, 濃縮終了後, 1バッチ毎に液抜き

Fig. 5 Flow sheet for continuous distillation system by glass-lined WIPRENE

出しを行う。操作条件として, 原料供給量 500 kg/h, 操 作真空度 30 Torr, 外套温度104 °C (0.2 kg/cm²G スチー ム)とし, そのときの留出率が約88 %となり, 製品中の水 分 500 ppm 以下を達成した。

このときの 総括伝熱係数は, 300 kcal/m²·hr·°C であった。

本例においてはワイプレンの操作がバッチ操作のため, スタートアップ時及びシャットダウン時の不定常状態のカ ットが必要である。また,製品中の水分を500 ppm以下ま で下げる必要があることから,製品タンクにおいて水の再 凝縮を防止するため,ワイプレンと製品タンクの間に U-シールを設けることが有効的であった。



Fig. 6 Flow sheet for batch distillation system by glass-lined WIPRENE





第7図 1m² 当りの塩化メチレン蒸発量

Fig. 7 Evaporation rate of methylen chloride per 1 m^2

4.3 嫌金属製処理物への適用

金属と接触すると変質し、かつ熱劣化しやすい医薬品の 濃縮用としてグラスライニング製 36-50 型ワイプレンを納 入した例を紹介する。

原料液組成は製品 5.5 wt%を含む塩化メチレン溶液であ り製品濃度を31.5 wt%まで濃縮する。このときの留出率は 82.5%となる。

製品の熱劣化防止のため残留液温度(製品温度)が 35°C 以上にならないよう,操作真空度を200 Torr とした。原料 供給量 860 kg/h とし, 外套は 70°C 減圧スチームを使用 した。このときの総括伝熱係数は 280 kcal/m²·hr·°C で あった。

本例に関してハステロイ製ワイプレンを適用させたと仮 定した場合の蒸発量の比較を第7図に示す。ハステロイ製 ワイプレンの蒸発量についてはグラスライニング製ワイプ レンと同じ内面の境膜伝熱係数を用い、本体胴材質の熱伝 **導度を考慮して算出したものである。また,このときの原** 料供給温度は各操作真空度における沸点とした。蒸発量と してはグラスライニング製の場合がステンレス製に比べて 約25%少ない計算となった。すなわち, グラスライニング



製ワイプレンの必要伝熱面積が5m²の場合, ハステロイ 製では 3.75 m² となるが、イニシャルコストを比較した場 合、グラスライニング製の方が約25%安価である。ハステ ロイあるいはチタンのような高級な耐食材料と比較した場 合, グラスライニング製ワイプレンは大いに有効である。 び

す む

以上, グラスライニング製ワイプレンの構造, 特長およ び使用例について紹介した。現在ステンレスやチタン、ハ ステロイ等の特殊鋼に比べて実績台数は少ないが、最近医 薬品関係に徐々に増加している。ここでは紹介しなかった が伝熱面だけグラスライニング製の本体胴を使用し、本体 胴内面への処理物質の付着を防止した例もある。

なお、薄膜蒸留装置導入の計画に際して処理液の各物性 値および蒸発操作の 条件が 判れば 形式選定は 可能である が,物性値等不明な場合が一般的である。

このような場合は当社技術研究所内に設けている2-03型 ワイプレンテスト装置あるいは, 貸与機用のグラスチール 製12-4型ワイプレン (写真2)のご利用をお待ちしている。 「参考文献」

1) 神鋼フアウドラー技報 Vol. 24, No. 3・4 (1980) p. 16

高温超純水およびオゾン添加超純水用 酸化不動態処理ステンレス材 (GOLDEP)

Oxygen Passivated Stainless Steel for High-Temperature and Ozone-Injected Ultrapure Waters (GOLDEP)



GOLDEP, developed by Shinko Pantec to comply with the demand for low leachability against ultrapure water, is a stainless steel processing technology, namely electropolishing plus passivation technology. And GOLDEP-WHITE which was developed for much lower leachability is a GOLDEP plus pickling technology. This technology removes amorphous iron oxide film from surface of passivated stainless steel and make amorphous chrome oxide film instead. High-temperature ultrapure water and ozone-injected ultrapure water have attracted wide attention in that they can meet severe requirements in semiconductor manufacturing process for their improved cleaning effect, simplification of the process and sterilization. This paper describes the test data of the passivated stainless steel's leachability against high-temperature ultrapure water and performance for ozone-injected ultrapure water. The test confirmed that the passivated stainless steel is excellent to apply to those ultrapure waters.

まえがき

超微細加工技術は、半導体集積度の進展と共に高度化の 一途をたどっている。超純水は、この高度化をなしとげて ゆくために重要な役割を持ってきており、超純水の純度の 向上はもちろんのこと、微細加工技術の進化に伴い、ハイ アスペクト比のトレンチ内部の洗浄や、ウェハー上の汚染 物の洗浄を効果的に行うために、高温超純水やオゾン添加 超純水といった、超純水そのものの、より効果的な作用が 求められ始めている。

このような,超純水のさらに求められる高純度化のため にも,また高温超純水,オゾン添加超純水といった超純水 の応用に対し,超純水装置用,配管用材料に求められる条 件はより厳しいものになってきている。

今まで超純水用の材料としては、PVC, PVDF, PEEK 等の有機材料が主体として考えられ、用いられてきた。し かし、低溶出性、高温耐性、耐オゾン性、機械的強度など で必ずしも現在求められつつある新しい要求に対して全面 的に応えられているわけではない。

そこで当社は、オーステナイト系ステンレス鋼を酸化不 動態処理することにより、ステンレス鋼の持つ機械的強度、 耐熱性の上に極低溶出特性を持ち耐オゾン性に優れた超純 水装置及び配管用の素材を開発した。これは SUS316L 鋼 を電解研摩したのち高温酸化雰囲気下において、強固な不 動態膜を形成させたものであり、我々は、これを GOLDEP 材と名付けた。また GOLDEP 材の表面を酸でピックリン グ処理することにより酸化クロム主体の膜を露出させ、さ らに耐食性を向上させたものとして GOLDEP-WHITE が ある。

GOLDEP-WHITE 材は, 高温純水に対してきわめてす ぐれた低溶出を示すと共に,オゾン添加超純水に対しても 十分な耐性を持っており,これらの用途に適応できる。本 報告は, GOLDEP/GOLDEP-WHITE 材の紹介と共に溶 出試験データおよび耐オゾン性について述べる。

1. GOLDEP/GOLDEP-WHITE 材について

GOLDEP 材は、 オーステナイト系ステンレス鋼を機械 研摩ののち電解研摩し十分な洗浄を行ったのち, 酸化雰囲 気下において 400 ~ 450 °C に加熱し、一定時間保持する ことにより不動態被膜を形成したものである。第1図¹⁾ に GOLDEP 材をオージェ電子分光分析法(AES)により 表面解析したデータを示す。これにより明らかなように表 層部は、鉄の酸化物を主体とする不動態膜でおおわれてい ることがわかる。不動態膜厚は100~150 Å である。

GOLDEP 材は、それ自身でも相当に高い耐食性を有している。しかし、GOLDEP 材表相部の直下にあるクロム







第2図 各種表面処理の違いによる鉄の溶出比較¹⁾ Fig. 2 Comparison of iron release by several surface treatment methods

を主体とする酸化不動態体膜を露出させることによりさら に耐食性を向上させることができる。このクロム主体の面 を露出させるために当社は、弱酸により鉄を主体とする酸 化膜を溶かし去る方法を開発している¹⁾。第1図¹⁾にこの処 理を行った解析データが同時に示されている。酸処理によ り表層に酸化クロム主体の不動態膜面が露出しているのが わかる。

超純水のような抽出性の高い流体に対しては、耐食性が 最も重要な問題となり、こうして酸化クロム主体の不動態 化表面を得ることにより超純水に対し最も適した素材とな っており、これを GOLDEP-WHITE 材と名づけた。

GOLDEP 材は、干渉光により美しい黄金色を呈するが、 GOLDEP-WHITE 材は、白い金属光沢である。

2. 溶出テスト

SUS316 鋼を各々 **#** 320 バフ研摩, 電解研摩 (EP), GOLDEP 処理, 酸処理を行った GOLDEP-WHITE 処理 したものを, 50 °C の弱酸に 浸漬し, 鉄の溶出の 比較を 行ったデータを**第2 図**¹⁾ に示す。図より明らかなように, GOLDEP 材はバフ研摩, EP処理に比較して溶出が非常 に少なく, かつ GOLDEP-WHITE 材はさらに溶出が少な くなっている。

次に、GOLDEP-WHITE 材、GOLDEP 材、EP 材、 PEEK と PVDF の高温超純水への溶出比較テストを行なった。第3図²⁾ にテスト装置を示す。サンプルは1 d > x + x + 1mの短管で、底部は、同材質の+ x + y = 7が溶接されており、上部も同材質の蓋を置き、管中に超純水を封入し、図のように 80°Cの超純水を入れた恒温槽に入れ溶出テストを行った。恒温槽の上部は外部からの汚染を防止するため高純度 N_2 ガスガパージされている。

サンプル管内の超純水は1日目,7日目,30日目に取り 出されて新しい超純水と入れ替えられる。そして封入され た時の超純水の分析値と取り出された時の超純水の分析値



の差をとることにより溶出量が測定される。

第4~7図に溶出テストの結果を示す。この図は、ナト リウム、鉄、クロム、TOCの各々の1日当り1m²の材 料表面からの溶出量を示したものであり、1日目、7日目、 30日目の値について示したものである。この図でも分る通 りナトリウムは、PEEK、PVDFに溶出が見られ、EP、 GOLDEP、GOLDEP-WHITEのSUS材からの溶出はほ とんどみられない。PEEK、PVDFのナトリウム溶出は製 造工程中に素材に取り込まれたものではないかと考えられ る。鉄に関しては、PEEKにはほとんど溶出がみられず、 PVDFにはわずかに見られる。EPは相対的に溶出が大 きくGOLDEP-WHITEはほとんど溶出が見られない。ク ロムはいづれの材料もほとんど溶出は見られない。の ロムはいづれの材料もほとんど溶出は見られない。TOC に関しては EP、GOLDEP等のSUS材からの溶出はない が、PEEK、PVDFといった有機材からは非常に高いレベ ルの溶出が見られる。

3. 超純水々質と溶出基準

超純水系に用いられる素材において、超純水々質基準と 溶出との関係について実際に考えられるユースポイント配 管の例をとり考察した。第8図4) にクリーンルーム面積約 1000 m², 超純水循環量25 m³/h のユースポイント配管の 例を示す。この場合配管内面積およそ 80 m², 配管内体積 は 0.7 m³ となる。そこで超純水装置を出てからユースポ イントを経て超純水装置にリターンする1循環当り超純水 々質の1/10のレベルまで,溶出による不純物の増加が許さ れるものと仮定して溶出量を算定すると,第1表4)のよう になる。 16~64 Mbit DRAM 用超純水の全重金属量の基 準が10 pptとし、1循環当り1 pptの増加を認めるとする と溶出量は7.5 µg/m²·d となる。第2表⁴⁾は、本テストの 8日目~30日目の間の平均溶出量を示したものであり、こ の第2表より明らかなように GOLDEP 材よりの溶出はす べてこの値より非常に低い値となっていることがわかる。 第1表に示す東北大学大見教授のさらに高い次世代の目標 値については今後確認を行ってゆく必要がある。

4. 超純水装置への応用例

超純水装置の接液部に可能な限りすべて GOLDEP 材を 用いた 装置を 1990 年 6 月東北大学 ミニスーパークリーン ルームに納入した。**第 9 図**²⁾ に同装置のフローシートを示 す。触媒脱気樹脂,イオン交換樹脂,限外沪過器以外すべ て GOLDEP 製メタル仕様である。**第 3**¹⁾, **4 表**¹⁾ に本超









第1表 超純水水質と溶出限界4)

Table 1	Quality	ofultrapure	water	and	leach-out	limit
Tanie T	Quanty	orunapure	water	tu ici	icucii out	

Quality of ultrapure water ng/l (ppt) (as total heavy metal)	Leach-out per circulation ng/l (ppt)	Leach-out limit µg/m²/d	Remarks
100	10	75.1	Standard for 4M Bit DRAM
50	5	37.6	Standard for 16M Bit DRAM
10	1	7.5	Standard for 64M Bit DRAM
1	0.1	0.75	
0.1	0.01	0.075	Suggested by Dr. Ohmi
0.01	0.001	0.0075	











第7因 間価超純水におりる谷山) AF (10C) Fig. 7 Leach out in hot ultrapure water (TOC)

Note: 1) Leach-out per one circulation =Quality of ultrapure water×1/10
2) Specification of point-of-use piping Area of clean room: 1 000 m² Surface area of piping: 80 m² Retention time: 0.028 hrs. Flow rate for circulation: 25 m³/h Volume of piping: 0.7 m³ Nominal size of piping: 15-65 A

第2表 高温超純水における溶出量⁴⁾ Table 2 Leach out for hot ultrapure water

			Unit :	$\mu g/m^2$ day
ITEM	PEEK	PVDF	EP	GOLDEP WHITE
Na	0.18	0.15	<0.02	<0.02
Fe	<0.02	0.13	2.5	<0.02
Cr	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
TOC	24	334	ND	ND

Notes: 1) Ultrapure water: 80 °C
2) Replace whole ultrapure watere filled in on 1st and 7th days. Figures show average leach out for the period from 8th to 30th

days.

		Used surface	第4表 超純	水分析值1)		
Initial surface		(10ℓ/h, O₃ 2 ppm, about 1 week)	Table 4 Anal Sampling Date	ysis of ulti • • NOV	apure water	
Ultrapure water applied			Analysis meth	nod : ICP-N	AS 1550	Unit • ppt
Resisivity : 18.25 $M\Omega \cdot cm$					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
TOC : $\langle 1.0 \text{ ppb} \rangle$	O ₂ passivated		Item		Detection limit	Point of use
Particulate($>0.07 \mu m$)	stainless steel		Lithium	(Li)	0.06	ND
: (1 0 n/ml			Sodium	(Na)	1.3	N D
			Beryllium	(Be)	0.03	N. D
Silica : <1.0 ppb	$\times 10.000$		Magnesium	(Mg)	0.06	0.1
Total residue	X 10 000		Calcium	(Ca)	0.8	1.3
: 1.0 ppb			Strontium	(Sr)	0.03	N. D
- FF-			Barium Titoni	(Ba)	0.06	N. D
			Ziroonium	(11)	0.6	N. D
			Vanadium	$(\mathbf{Z}\mathbf{f})$	0.06	N. D
	District	A	Niobium		0.06	N. D
	PEEK	and the second second	Tantalum	$(\mathbf{T}_{\mathbf{a}})$	0.06	<u>N. D</u>
			Chromium	(Γ_{a})	0.06	N.D
			Molybdenum	(Ma)	1.3	1.6
			Manganese	(Mn)	0.1	N.D
	imes1 000		Iron	(Fe)	0.1	N.D
- ALASAN AND -			Cobalt		1.3	N.D
		200	Nickel	(Ni)	0.05	0.9
			Copper	(Cu)	0.0	1.0
			Silver	(Ag)	0.05	
			Zinc	(Zn)	0 1	N.D.
	DUTOD		Cadmium	(Cd)	0 1	N D
	PVDF		Aluminium	(Al)	0.1	0.4
			Gallium	(Ga)	0. 03	ND
		 A second sec second second sec	Thallium	(Tl)	0.1	NĎ
			Germanium	(Ge)	0.1	N. D
	imes1 000	(and a set of the set	Lin	(Sn)	0.1	0. 3
			Lead	(Pb)	0.3	N. D
and the second second		A CALLER OF THE CALLER OF	Antimony	(Sb)	0.1	\tilde{N} , \tilde{D}
			Bismuth	(Bi)	0.06	ND

写真1 耐食テスト2) Photo. 1 Corrosion resistance test



第9図 GOLDEP 製超純水装置フローシート2)

Fig. 9 Flow diagram of ultrapure water treatment system made of GOLDEP

純水装置より得られた水質を示す。第4表より明らかなよ うに,超純水中の重金属はすべて ppt レベル又はそれ以下 で,問題となる重金属の溶出が GOLDEP 材からは無いこ とがわかる。

オゾン添加超純水への耐久性 5.

連続殺菌、洗浄性の向上等純水にオゾンを添加すること により半導体製造プロセスの効率・高性能化が検討されて いる。そこで超純水にオゾンを2ppm 程度添加し PEEK, PVDF といった 有機系材料と 不動態化ステンス材との差 を検討した。不動態化ステンレス材中におけるオゾンの減 少率は理論式と一致し、有機材のように何らかの及応が行 われていることはない³⁾。 また**写真1**²⁾ にオゾン添加超純 水の通水前と通水一週間後の表面をSEMによって調べた 結果を示す。 写真より 明らかなように, PEEK は明らか 第3表 超純水分析值1) Table 3 Analysis of treated ultrapure water

Item	Unit	Value
Resistivity TOC	MΩ•cm	18. 25
Dissolved oxygen	ppb	<1.0 <0.5 *
Particulate $(>0.07 \ \mu m)$	n/mℓ	<1.0
Silica Total residue	ppb ppb	<1.0 <1.0

N. D

* Indication of instrument 0.4 ppb

び

に表面が変化し劣化している。PVDF もわずか ではあるが、影響が認められるのに対し、不動 態化ステンレス材は影響が認められない。

む す

表面を酸化クロムを主体とした酸化不動態化 ステンレス 材 GOLDEP-WHITE は 高温超純

水,オゾン添加超純水に対して低溶出性,耐久 性といった優れた特質を示し,ステンレス本来の特性であ る機械的強度、加工性、耐熱性といった特徴に加えて、超 純水用材料 として非常に 優れた 性質を 持つことがわかっ た。超純水の更に効果的な使用法に対しても用途拡大が期 待できる。

〔参考文献〕

- 1) 牛越健一, 山田章, 杉澤政宣, 宝月章彦, 今岡孝之, 杉山 勇,去来川辰彦,大見忠弘:ウルトラクリーンテクノロジー, 3[1] 57-62 (1991)
- 2) 杉澤政宣, 梶山吉則, 牛越健一, 宝月章彦, 大見忠弘: Proc 15th Symposium on ULSI Ultra Clean Technology, Advanced Wet Chemical Processing III, p. 177-195, Tokyo (1992)
- 3) 去来川辰彦, 小暮雅彦, 今岡孝之, 大見忠弘: Proc. 15th Symposium on ULSI Ultra Clean Technology, Advanced Wet Chemical Processing III, p. 196-215, Tokyo (1992)
- 4) 牛越健一: Break Through, p. 51-55 (1992-4)

高濃度廃水向け上向流式生物膜 沪過装置WBFの開発 Development of Upflow Type Biological

Contact Filter (WBF)



(環)技術室 析 田 耕 平 Kohei Masuda 野 中 信 一 Shinichi Nonaka 山 崎 慎 一 Shinichi Yamasaki

An upflow type biological contact filter (WBF) has been developed in place of the activated sludge process to aerobically treat wastewater that contains relatively high concentration organic matter and suspended solid. The WBF can prevent the media bed from clogging, allow significant energy saving and reduce installation space by adopting a newly developed high efficiency oxygen dissolving unit and granular media. The advantages of WBF, steady operation under highly organic loads and reduced backwash water, have been proved by a pilot plant treating food processing wastewater.

まえがき

廃水処理分野において,従来活性汚泥法(AS法)が広 く採用されてきたが,近年は,より省エネ,省スペース, 省メンテの技術が要求されている。

生物膜沪過法は、これらの要求に答えるべく開発された AS法に替わる新しい処理方式であり、当社では下向流式 生物膜沪過装置BCFを1985年に商品化した。

しかし, BCFは高濃度有機廃水(特に高濃度SS含有 廃水)よりむしろ低濃度有機廃水に適していることが判明 した。そこで,高濃度有機廃水向けとして,特にSSへ の対応力に優れている上向流式生物膜沪過装置(商品名 WBF)を開発した。開発に当たっては,散気装置や沪材 を改良し,BCFよりさらに省エネ,省スペース化を図る ことを目標とした。

本稿では,パイロット実験により得られたWBFの酸素 供給性能,BOD除去性能,および経済性比較について報 告する。

構造と原理

1.1 構造

第1図に上向流式生物膜沪過装置WBFの構造概念図を 示す。次に,装置の構成を下部より順に説明する。

1) 下部配水装置(商品名:円形レオポルド)

下部配水装置より,通水処理時に散気空気,原水,循環 水が供給される。洗浄時には洗浄空気と洗浄水が供給され る。下部配水装置は,空気と水の均等な分散が可能であ り,独自に抜き出し洗浄も可能な構造となっている。 2)支持層

下部配水装置への沪材進入防止のため,沪材より大きい 径の砂利を充填する。

3) 生物膜沪過層

支持層の上部 3 500~4 000 mm の高さで、 粒径 10~30

mm の焼結多孔質沪材を 充填する。 沪材粒径は処理条件 に応じて 10~20 mm と 20~30 mm の 2 種類を使い分け る。

沪材は多孔質で微生物の付着性が良好であるため、微生物を高濃度に保持できる。

従来の下向流式に比べ, 沪材粒径を大きくしたことおよ び上向流で流すことにより, 閉塞が生じることなく安定し た処理を行うことができ, かつ, 沪層を高くすることによ り省スペース化が図られている。

4) 処理水循環部

処理水ピットと処理水循環ポンプより構成される。

処理水の一部を循環することによって,酸素溶解効率を 高めることができる。





第1表 WBF洗浄工程 Table 1 Time chart of backwash

	- ·	Backwash		
Item	Service	Air backwash	Air/water backwash	Sedimen- tation
Feed pump Recycling water pum Backwash pump Process air blower Backwash blower	np			
Effluent valve Recycling water valv Backwash water valv	7e			
Interval			Once/day	
Time (min)		15	12	3

第2表 パイロット装置仕様 Table 2 Specification of pilot plant

Symbol	Component	Specification
1	WBF reactor	$800^{W} \times 1000^{L} \times 5300^{H}$
2	Media bed	Particle size 20~30 mm
3	Support gravel	Gravel size 32~60 mm
4	Cylindrical Leopold block	200 dia. $ imes$ 1 000 ^L
P1	Feed pump	$0.05 \mathrm{m}^3/\mathrm{min} \times 10 \mathrm{mH_2O}, 0.75 \mathrm{kW}$
P2	Recycling water pump	$0.4 \mathrm{m^3/min} \times 10 \mathrm{mH_2O}, 1.5 \mathrm{kW}$
P2	Backwash water pump	Ditto
B 1	Process air blower	$0.35 \mathrm{m^3/min} \times 0.6 \mathrm{kg/cm^2}, 3.7 \mathrm{kW}$
B2	Backwash blower	$1.08{ m m^{3}/min} imes 0.6{ m kg/cm^{2}}, 5.5{ m kW}$



第2図

パイロット実験処理フローシート Fig. 2 Flowsheet of the pilot plant

1.2 原理

1) 処理工程

生物膜沪過装置はBOD酸化機能と沪過機能を合わせ持 つ。下向流式生物膜沪過は高い沪過機能を有するが,一方 で閉塞を生じ易い。本WBFは有機性SS成分の酸化分解 を目的とせず,沪過機能を低くしており,このため高濃度 廃水に適用しても閉塞が生じない。沪過機能の差は,使用 している沪材粒径の違いの他に,水の流れ方向によるとこ ろが大きい。つまり,WBFは上向流で,水と空気は同じ 経路を通っており,SSは一旦捕捉されても,ある時期に 空気の通過によって沪層から剥離するため,沪過機能は低 くなる。

BOD酸化機能は、他の固定生物床方式と同様沪材表面 に付着した微生物によって行われる。沪層に原水と空気を 供給すると、沪材表面に微生物が付着・増殖し、生物膜が 形成され次第に厚みを増していく。肥厚化した生物膜は洗 浄によって沪層から排出され一定の厚みに保持される。

2)洗浄工程

WBFの洗浄工程を第1表に示す。洗浄工程の開始は、 下向流式ではタイマー洗浄と損失水頭の検知の両方で行う が、WBFは損失水頭の上昇がほとんどないためタイマー 洗浄のみで行う。洗浄頻度は、損失水頭の上昇がなくとも 1回/日を標準とする。WBFの洗浄では、処理工程での 捕捉SS量が少ないこと,洗浄後の処理工程でも剥離した SSを排出できることの理由から,捕捉SSおよび増殖 SSを沪材から剥離させる空気洗浄工程に重きを置き,下 向流式に比べ洗浄空気速度および洗浄時間をそれぞれアッ プしている。水洗浄工程は剥離したSSを完全に排出する 必要が無いため,総洗浄水量は下向流式に比べ約1/2に低 減できる。洗浄工程の総時間は約30分である。

2. 実験装置および実験原水

実験装置は、寸法0.8 m^W×1 m^L×5.3 m^H, 沪材容量2.7 m³ の鋼板製角型槽である。この装置を用いてWBFの処理性 能を調査した。パイロット処理フローを第2図に、機器仕 様を第2表に示す。実験は、乳飲料製造工場にて実施し た。実験原水には、スクリーン処理後の調整槽貯留水を pH 調整して使用した。第3表に原水の水質を示す。

WBF処理性能

3.1 酸素供給性能

WBFで高負荷処理を行うためには高効率な酸素供給装 置が必要であるが、WBFのような生物膜沪過法では、微 細化された気泡は沪層を上昇する間に、集合、粗大化さ れ、酸素溶解効率は一般に低くなる。より高効率な酸素溶 解効率を得るために、カラム基礎実験により各種方式を検 討したが、散気ラテラル管方式にて処理水を循環するラテ ラルー循環方式が最も効率的、経済的であるという結果が

第3表 実験原水水質 Table 3 Influent properties

Item		Range	Average	
pH	(-)	6.33~8.66	6.90	
SS	(mg/ <i>l</i>)	64.0~260	153	
T-BOD	(mg/ℓ)	88.7 ~ 594	328	
S-BOD	(mg/ℓ)	77.1~314	196	
T-COD	(mg/ℓ)	54.9 ~ 223	144	
S-COD	(mg/ℓ)	37.8~149	83.5	
S-TOC	(mg/ l)	45.6~175	108	

第4表 理論酸素溶解効率

Table 4	Theoretical	oxygen	dissolving	efficiency
---------	-------------	--------	------------	------------

	.0
BOD volumetric load kg/m ³ •d	(Ea) Theoretical oxygen dissolving efficiency %
$\begin{array}{c}1\\2\\3\\4\\5\end{array}$	$16.4 \\ 13.0 \\ 11.4 \\ 10.5 \\ 10.1$

第5表 平均処理水質(BOD負荷2~2.5 kg/m³·d) Table 5 Test results at 2~2.5 kg-BOD/m³·d (average)

	Influent	Effuluent	% Re	moval
	mg∕ℓ	mg/ ℓ	(1 ³)	② ⁴⁾
pН	6.73	7.28		
SS	198	139	29.8	
T•BOD ¹	432	106	75.5	97.3
S•BOD ²)	239	11.5	95.2	51.0
T•COD	175	76.5	56.3	84.5
S•COD	85.3	27.1	68.2	04.0
S+TOC	139	20.5	85.3	

Notes 1) T: Total

²⁾ S : Soluble

 $^{3)}$ () : (T–T)/T or (S–S)/S % Removal

⁴⁾ (2): (T-S)/T % Removal

得られた。よって、WBFではラテラルー循環方式を採用 することとし、空気・水一体組み込み型の円形レオポルド 配水装置を用いる構造とした。

パイロット装置により,清水を用いて KLa を測定した。 ラテラルー循環方式では,KLa は**第3** 図に示すように 5 m /h 以下では通水 LV(原水+循環水)に影響されるが, 5 m/h 以上では一定となる。したがって,最適L Vは 5 m /h であると言える。LV=5 m/h 以上の時,KLa は(1)式 で表すことができる。

$$KLa = 4.92 \ (Qg/A)^{0.74} \cdot H^{0.07}$$
(1)

ここに, KLa:総括酸素移動容量係数(1/h) Qg:散気風量(m³/h) A:槽面積(m²) H:水深(m)

(1)式において,水深Hの影響が無視できるほど小さくなっている。これは,沪材存在下では気泡の会合により,酸素溶解度は水深圧の影響を受けなくなっているものと考えられる。生物処理における必要空気量(Qg)および酸素溶解



第3図 KLa に対するLVの影響 Fig. 3 Effect of LV on the KLa

効率(Ea)はそれぞれ(2)~(4)式で求めることができる。

$$Qg = \frac{O.C}{0.279 \cdot Ea \cdot \alpha}$$
(2)

$$O.C = a' \cdot \Delta L + b' \cdot X$$

l

$$= KLa \cdot V \cdot (Cs - C)$$

$$= KLa \cdot V \cdot (Cs - C)$$
(3)

$$Ea = \frac{112a^2 \sqrt{(0.5-0)}}{0.279 \cdot Qg \cdot \alpha}$$
(4)

1 <i>2 (</i> 2, 1	Sa:酸素溶解効率(=)
0	.C:必要酸素量 (kg/d)
2	1L:除去BOD量(kg/d)
	α:廃水補正係数(-)
	X:保持菌体量(kg)
	a':菌体增殖利用率(-)
	V:槽水容積(m ³)
	b':内生呼吸利用率(l/d)
(Cs:平均酸素分圧に対する飽和溶存酸素濃度
	(kg/m ³)

C:槽内溶存酸素濃度(kg/m³)

(2), (3)式から, BOD負荷を高くするとO.C, Qg が大きく なり, KLa は大きくなると言える。 しかし, 一般的には Qg を大きくするとEaは小さくなる傾向がある。

(1)~(4)式を用いて、WBFの理論酸素溶解効率をBOD 負荷 1~5 kg/m³·d の範囲で求めると、第4表に示すよう に 10.1~16.4%となる。実廃水処理実験における 酸素溶 解効率は、BOD負荷2~5 kg/m³·d において8~12.5% であると推定された。

2.2 処理水質

代表例としてBOD負荷 2~2.5 kg/m³・d における処理 結果を第5表に示す。S-BOD 除去率は 95.2% と高いが T-BOD 除去率は75.5%と低い。これはSS除去率が29.8 %と低いためであり、COD、TOC除去についても同じ ことが言える。BODに比べCOD除去率が低いが、これ は廃水に生物難分解性物質が含まれるためである。一般に 生物膜河過のような固定生物床方式では、高負荷処理で液 滞留時間が短いため 生物難分解性物質の 除去率は 低くな る。

WBFにおいては、沈殿槽等によってSSを分離したものを処理水とするため、BOD除去率は原水 T-BOD と処



第4図 BOD容積負荷とBOD除去率 (パイロットテスト) Fig. 4 BOD volumetric load vs. BOD removal efficiency



第5図 BOD表面積負荷とBOD除去率(パイロットテスト) Fig. 5 BOD surface loading vs. BOD removal efficiency

理水 S-BOD から求めるものとする。この計算法でBOD, COD除去率を求めるとそれぞれ97.3%,84.5%となる。 2.3 項以降のBOD除去率は上記計算で求めたものであ

る。

2.3 BOD除去性能

1) BOD負荷とBOD除去率

WBFのBOD処理能力は充填沪材当りの容積負荷およ び表面積負荷で表すことができる。第4図にBOD容積負 荷とBOD除去率の関係を示す。処理水 BOD 20 mg/ℓ以 下を目標とすると、実験原水のBOD濃度は平均330 mg/ℓ であるため、約95%の除去率が必要であるが、この場合の BOD容積負荷は第4図より2.5 kg/m³·d となる。また、 BOD容積負荷 5 kg/m³·d においても約80%の除去率を 得ることができ、高負荷処理が可能であると言える。

本実験で使用した 沪材は, 粒径 20~30 mm (平均 25 mm) であるが, 沪材を球形と考えて比表面積を求めると 126 m²/m³ となり, この数値を用いてBOD表面積負荷 を求めBOD除去率との関係で表すと**第5 図**になる。

処理水BODを20 mg/ℓ以下とするためのBOD表面積 負荷は, 第5図より20g/m²·d となる。

2) 沪材粒径の影響

沪材粒径の影響を調査するため,パイロット実験と並行 して,沪材容量20の小型ベンチテスト機を用いて,第6 表に示す3種類の沪材で実験を行った。

BOD表面積負荷とBOD除去率の関係で整理した結果



BOD surface loading [g/m²·d]

第6図 ベンチテストにおけるBOD表面積負荷とBOD除去率 Fig. 6 BOD surface loading vs. BOD removal efficiency

No.	Media diameter (Average) mm	Specific surface area m ² /m ³	第6表 ベンチティト河村仕送
1	20~30 (25)	126	Table 6
2	10~20 (18)	169	Characteristics of test
3	10~15 (13)	233	media

を第6図に示す。3種類の沪材のデータはほぼ同一線上に プロットされ、WBFのBOD除去性能は沪材の粒径に関 係なく表面積負荷で相関される。ただし,第6図において パイロットの場合 BOD 表面積負荷 20g/m²・d 以上にな るとベンチテストより除去率が低くなっている。

これは, 槽壁面, 沪材に付着する汚泥量の差および洗浄 条件の違いによって, リアクター内保持汚泥量がベンチテ ストの方が多いことに起因するものと考えられる。

ベンチテストにおける粒径 20~30 mm の沪材の付着汚 泥量は、単位沪材容量当りで3 790 mg-VSS/ ℓ ,単位沪材表 面積当たりにすると 30.1 g-VSS/ m^2 であった。この時の BOD除去量と付着汚泥量からBOD除去速度を求めると 約1.0 g-BOD/g-VSS となる。上記数値からBOD負荷 2.5 kg/ m^3 ·d におけるパイロット 装置の必要付着汚泥量を求 めると 3 150 mg/ ℓ (25 g/ m^2) となる。

2. 4 SS除去性能

WBFでは1.2項でも述べたように、SS捕捉と捕捉したSSの剥離を繰り返すためSS除去率は低く、処理水SS濃度は大きく変動する。

実験開始より2週間経過した以降の原水および処理水の SS濃度を第7図に示す。原水SS濃度は64~260 mg/ℓ (av. 153 mg/ℓ) であるが,処理水は3~310 mg/ℓ(av. 117 mg/ℓ) と大きく変動し,原水より処理水の方が高くなる ことがある。この期間の平均SS除去率は23.4%であった。

2.5 洗浄効率

1) 空気洗浄効果

洗浄空気速度 50 m/h と80 m/h の2条件で,それぞれ 洗浄時間毎(max. 20 min)のリアクター内SS濃度を測



第7図 原水,処理水のSS濃度経日変化 Fig.7 Influent and effluent SS concentration profiles

第7表 WBF, AS法ケーススタディー結果





The sector washing time panj

第8図 空気洗浄時間とSS濃度上昇率の関係 Fig. 8 Air backwashing time vs. SS concentration rising rate



定し洗浄効果を調査した。 空気洗浄 20 min のSS濃度を基準とし,各時間のSS濃度と 20 min のSS 濃度の比率をSS濃度上昇率 として,空気洗浄時間とSS濃度上昇率の関 係から最適洗浄空気速度と最適洗浄時間を求めた。

洗浄空気速度 50 m/h における 4 回の測定結果を**第 8** 図 に示す。洗浄 20 min 後のSS濃度は 600~2 400 mg/ ℓ と それぞれ異なるが、SS濃度上昇率で表すと全て同じ線上 にプロットされる。洗浄空気速度 80 m/h の場合も**第 8 図** に示すように、50 m/h と 同じ線上に プロット される。 SS濃度上昇率は、洗浄時間 10 min までは直線的に上昇 するが、10 min 以上では上昇率は緩やかとなり、時間を 長くしても効果は小さい。したがって、WBFの空気洗浄 条件は、速度 50 m/h,時間 15 min を標準とした。

2) 水洗浄効果

パイロット実験に先立ち実施した 100 mm ϕ カラム実験 により,水洗浄速度 10~30 m/h の間ではSSの排出効果 は洗浄速度に関係なく,総洗浄水量によって決まることが 判った。よって,本パイロット実験においては,洗浄速度 10 m/h,洗浄時間 12 min とした。沪層に蓄積したSSと 洗浄により排出されたSSを,BOD,SS収支計算より 求め,水洗浄効果を調査した結果,沪層に蓄積したSSの 74~88 %が水洗浄によって排出されることが判った。排出 されなかった 12~26 %のSSは洗浄工程後の通水処理工 程で排出される。

3. WBF処理プロセス

WBFの適用分野は広いが、大別すると前処理分野(二次処理前の粗取りや下水道放流する場合)と二次処理分野

第9図 WBF処理プロセス例 Fig.9 An example of WBF process

がある。

WBFはSS除去率が20%程度と低いため、二次処理に 適用する場合,WBFの後段にSS分離装置を設置する必 要がある。SS分離装置としては、沈殿槽、浮上分離槽, ドラム式回転沪過機などが挙げられる。第9図に二次処理 に適用した場合の処理プロセスの一例を示す。

4. 経済性比較

WBFは、 沪層を高くでき、かつ高負荷処理が可能であ るため、特に敷地面積の低減化に優れていると考えられ る。WBFとAS法(活性汚泥法)について、処理水量 $250~2500 \text{ m}^3/\text{d}$ の4段階でケーススタディーを行った。 第7表にケーススタディー結果を示す。

WBFはAS法と比較すると,建設費および所要動力は AS法と同等もしくは若干大となるが,敷地面積はAS法 より20~40%と大幅に低減できる。

むすび

WBFは、高濃度廃水の処理が可能であり、高い負荷を 取れるため敷地面積を大幅に低減化できるなどの優れた特 長を有していることが明かとなった。

廃水処理装置の選定は、廃水の性状、処理目標水質、経 済性などの条件により決定されるが、本WBFは、WBF 単独、あるいは他装置との組合せによって多くの分野に適 用でき、今後、実装置への採用が広がるものと期待され る。

吸着材併用型生物脱臭装置による下水処理場高濃度臭気の除去

Removal of High Concentration Odor Generated from Sewage Treatment by Biological Deodorizing System with Adsorbents



B-DO System, developed by Shinko Pantec, is a biological deodorizing system using adsorbents as media for adhesion of microorganisms. The use of adsorbents allowed easy system startup, eliminating complicated operations such as inoculation and acclimatization. This paper is the report on the first commercial operation of the system which was applied to the waste gas containing high concentration odor generated from sewage treatment plants. It has been successfully operating since May 1991.

Key words: biological deodorizing, adsorbents, odor, pH, Hydrogen sulfide.

まえがき

下水道の普及に伴い,これまで分散していた下・排水, し尿が局所(処理場)に集約されるようになり,日常生活 において,住民は,下・排水臭,し尿臭から解放されるよ うになった。しかし,一方で,それらが集約された下水処 理場,し尿処理場は「臭いの宝庫」となり,臭気対策に追 われる現状にある。1984年に建設省が全国の終末処理場を 対象に実施した調査¹⁾によると,環境悪化に関する苦情の うち悪臭に関する苦情が最も多く,苦情を受けたことのあ る処理場は調査対象 526 処理場の 24 % になるとされてい る。そのため 73 % の処理場で何らかの 脱臭対策がとられ ているが,処理場周辺の宅地化の進行に伴い,今後,下水 処理場の臭気対策は重要な問題になると考えられる。

現在,下水処理場での脱臭方式は,低濃度臭気に対して は吸着方式,比較的高濃度の臭気に対しては薬液(または 水)洗浄方式と吸着方式(仕上げ処理)の組み合わせが多 く採用され,両者で全体の70%以上を占めている。これら 設備は原理的には高い脱臭効果を期待できるはずである が,岩崎の調査²⁾によると必ずしもそうとは言えず,その 原因として,岩崎は,洗浄法においてメンテナンスが不十 分であったため脱臭効率の悪かった事例や,吸着法におい て吸着材が破過しても(運転経費の問題から)なお使用し ていた事例などをあげ,設備自体よりもむしろ,維持管 理,経済面に問題があると指摘している。脱臭対策費が下 水処理場全体処理費用の1~5%を占める³⁾実状からも, 維持管理が容易でかつ運転費の安価な脱臭設備が切望され ている。

近年,それら要望を満たす脱臭方式として,生物脱臭法 が注目されるようになり,土壌脱臭法にはじまり,ここ数 年間に各種の変法が開発され,一部実施される段階となっ ている。本稿では,生物付着担体として吸着材を用いる吸 着材併用型生物脱臭法の下水処理場高濃度臭気への適用事 例について報告する。

吸着材併用型生物脱臭装置(B-DO システム) の概要

吸着法は脱臭効率、維持管理性は良いが、吸着材交換経

費が高くつく,一方,土壌脱臭法は運転経費は安価である が,脱臭効果が不安定で,維持管理も意外と面倒である。 B-DO システムはこれら両者の短所を補い,長所を生かし た,維持管理が容易でかつ運転経費の安価な現場ニーズに マッチした生物脱臭法である。

本法において,悪臭ガスは微生物を着生させた特殊吸着 材充填層中を下向流に通気され,悪臭成分を吸着材に吸着 除去させ,処理ガスとして排出される(吸着脱臭)。吸着 された悪臭成分は吸着材表面に着生する悪臭成分分解微生 物(Thiobacillus 属, Nitrosomonas 属, Pseudomonas 属等)により分解無臭化され(分解無臭化),この時生じ た代謝生成物は1日数回の散水により洗浄される(洗浄)。 これら3つの過程を充填層内で並行して進行させることに より,悪臭成分は,物理学的+生物学的に効率よく分解除 去され,吸着材も破過することなく半永久的使用が可能で ある。

2. B-DO システムの特長

1) 高速·高性能

悪臭成分は,吸着材により高速除去されるため処理速度 が速い。0.1~0.2 m/s の通気速度においても,硫化水素, アンモニア,メチルメルカプタンについては,95%以上の 除去が可能である。

2) 安価なランニングコスト

吸着された悪臭成分を微生物により分解無臭化するため 運転費はほとんど不要で,吸引ファン動力費以外では,わ ずかに,1日数回の散水動力費のみである(脱臭設備排出 口の規制値によっては後段吸着塔の吸着材を年1回程度取 り替える必要がある)。

3) 容易な維持管理

汚泥管理, pH 調整を 要しない ため, 維持管理が 容易 (メンテナンスフリー) である。

また,運転立ち上げ時,吸着材が破過するまでの期間を 微生物の着生および馴養期間とできるため,特別な運転立 ち上げ操作は不要である。第1図に第2図(a)に示す調整 池臭気を処理した場合の運転立ち上げ時の硫化水素除去率 の経日変化を示す。従来の生物脱臭法では予め汚泥の種付



第1図 運転立ち上げ時硫化水素処理成績 Fig. 1 H_2S removal at the first stage of operation

けをしても, 馴養に時間を要し, その間, 臭気が 漏洩することになるが,本法では,汚泥の種付け をしなくても,運転初期は吸着材により脱臭され, 吸着材が破過する頃には(散水に用いる二次処理 水等からの)微生物の着生, 馴養が終了し生物に よる脱臭に移行するため,特別な立ち上げ操作を しなくても,運転当初より高い除去率を維持でき る。

4) 負荷変動に強い。

吸着材表面に着生する微生物により吸着材表面は常に再 生されているため、十分な処理効果が得られている条件下 においては、吸着材にはかなりの未飽和部が存在すると考 えられる。そのため、一時的に高濃度臭気が流入しても、 臭気成分がそれら未飽和部に吸着され、即座に臭気が処理 ガス中に漏洩することはなく、負荷変動に対しかなりの緩 衝作用を有することになる。(未飽和部に吸着された臭気 成分は生物により徐々に分解され、流入負荷が正常値にも どると再び未飽和部が形成されるようになる。)

第2図(b)(c)に第2図(a)の臭気を処理した結果を示 す。流入ガスの大きな濃度変動に対しても処理効果は安定 しており、良好な成績を得ている。

5)省スペース

高速処理のため,設置面積が小さい。

3. 実設備運転状況

流域下水道終末処理場沈砂池は,晴天時等流入水量低下 時,下・排水の沈砂池滞留時間が長くなるため,滞留沈砂 汚泥から比較的濃度の高い臭気が発生する。臭気の除去技 術としては,活性炭吸着法が最も簡便で信頼性も高いが, このような高濃度臭気を除去する場合は,吸着材が早期に 破過するため,吸着材の交換が頻繁になり運転経費が膨大 になる。また,薬液洗浄方式を前処理設備として設けると, 効果的ではあるが薬品の取り扱い,廃液処理等維持管理が 煩雑になる。そこで,沈砂池臭気の脱臭前処理設備として, 現在注目を集めている生物脱臭法の採用を検討し,平成3 年5月より実負荷運転を行っている。

3.1 設備の概要

3.1.1 概要

- (1) 設 置 場 所:印旛沼流域下水道花見川終末処理場
- (2) 対 象 ガ ス:沈砂池臭気
- (3) 稼動開始時期:平成3年5月より
- (4) 装 置 概 要: 概略フローを第3図に,写真1に装 置全景および機器の概略を示す。



 第2図
 B-DOシステムによる硫化水素除去成績

 (a) 原臭ガス
 (b) 生物脱臭中段
 (c) 生物脱臭出口 接触時間 5 秒

 (SV=720 h⁻¹)
 (SV=360 h⁻¹)

- Fig. 2 H₂S removal by B-DO system
 - - 3.1.2 運転条件
 - (1) 処 理 風 量:150 m³/min×2系列
 - (2) 通気速度(LV): 0.1 m/s
 - (3) 空間速度(SV):225 h⁻¹
 - (4) 充 填 材:生物付着吸着材
 - (5) 運転立上操作:なし
 - 3. 1. 3 処理目標値
 - (1) 生物脱臭塔出口における
 - 硫 化 水 素 除 去 率:99%以上 メチルメルカプタン除去率:90%以上
 - (2) 吸着塔出口における悪臭8物質濃度

臭気強度 2.0 相当溃度以下

ŧ,

(3) 敷地境界における臭気濃度:15以下

3.2 運転成績

3. 2. 1 排ガス中の臭気成分

㈱ガステック製硫化水素連続測定機により原臭および生物脱臭塔中段・出口の硫化水素濃度を測定した。チャートの一例を第4図に、チャートより読み取った原臭濃度の値を第1表に示す。運転開始当初より、上流側ポンプ場にて消臭用塩鉄(塩化第二鉄)を注入していたため、硫化水素原臭濃度は低い値となっている。それでも、夏季、気温の上昇とともに増加し、7月には5月と比較して2倍以上の負荷となった。9月2日、上流側ポンプ場の塩鉄注入を停止することにより、濃度が約10 ppm上昇した。また、連続測定機チャートの読みと機器分析の比較から、チャート値がほぼ正確な値を示していると確認された。(連続測定機の指示精度は、フルスケールの±10%)

悪臭8物質の測定結果の一例を**第2表**に示す。原臭中, 硫黄系以外の臭気成分はいずれもガスクロマトグラフ検出 下限値(臭気強度1.0相当濃度)以下であった。硫黄系臭 気成分の中では,硫化水素とメチルメカプタンの濃度が高 く,沈砂池臭気の主要臭気成分はこの2物質と考えられ た。また,両者の原臭濃度にある程度の相関が認められた







Name	Form	Number	Specification	Remarks
B-DO reactor	Vertical 2 stage type	2	150 m ³ /min	made of FRP
Mist separator	Inertial collision type	2	150 m³/min	made of FRP
Suction fan	Turbo fan	2	150 m ³ /min \times 300 mmAq \times 15 kW	with soundproofing cover
Adsorber	2 phase cartridge type	2	150 m³/min	made of FRP
Sprinkling pump	Multistage pump	1	600 <i>l</i> /min×21 mAq×5.5 kW	

写真1 装置全景および機器仕様 Photo.1 A panoramic photograph of B-DO system

(メチルメルカプタン=0.1×硫化水素) ことから,メチ ルメルカプタン原臭濃度も硫化水素原臭濃度と同様の変動 (**第4図**参照)をしていると推察される。

3. 2. 2 運転処理特性

一般に,硫化水素分解細菌は低 pH 域でも活性を有する 細菌が存在するが,他の硫黄系臭気成分分解細菌の生育 pH は中性付近とされている⁴⁾。従って,硫黄系臭気成分の全 てを1塔で処理しようとする場合,充填層内 pH を生物活 性の高い 中性付近に 維持しなければ ならない。そのため (pH 低下を防ぐため),大量の二次処理水を散水し,その 緩和能により pH を中和する必要がある。何れにしても, 散水動力費あるいは薬品費が増大し,また,維持管理面に

第 1 表 硫化水素月平均濃度

lable 1	Monthly mean	concentration	of	H₂S
Heisei	3			

, Mean		Peak	nieasureme	nt by gas analyzer			
Month	concentration ppm	concentration ppm	gas sensor ppm	gas chromatgraph ppm	Kemarks		
May	5	13					
Jun.	5~10	27	5	6.2			
Jul.	10~15	32	15	19.0			
Aug.	5~10	20	5	5.1			
Sep.	15~20	32	7	7.8	Stop feeding FeCl		

おいても多少の煩雑さを生じる結果となる。そこで,本設備では,上段と下段を異なる pH 条件で運転し,上段を低 pH 条件で主として硫化水素を除去し(硫化水素酸化細菌 の中にはメチルメルカプタン等も分解する細菌も存在す る⁵⁾ため,メチルメルカプタン等もある程度除去される), 下段を中性付近(上段で硫化水素のほとんどが除去される ため,下段の pH 低下はほとんどない)で他の硫黄系臭気 成分を除去する1塔2層運転としている。具体的には,上

第2表 生物脱臭処理成績 Table 2 Performance of B-DO system

	Concentration	B-D	O reactor	Effluent			
Odor components	of waste gas	Middle stage	Effluent	Removal	of adsorber	Ditection limit	
Hydrogen sulfide	7.8	0.005 4	0.002 9	> 99.9	ND	0.000 5	
Methyl mercaptan	0.89	0.13	0.015	98.3	ND	0.000 1	
Dimethyl sulfide	0.046	0.025	0.003 3	92.8	ND	0.000 1	
Dimethyl disulfide	0.008	0.003 4	0.001	87.5	ND	0.000.3	
Ammonia	ND	_			ND	01	
Acetaldehyde	ND	_	_		ND	0.002	
Trimethylamin	ND		_	_	ND	0.0001	
Styrene	ND	-	_	-	ND	0.03	

Unit: ppm





(Unit: ppm)



第5図 運転立ち上げ時処理特性



段と下段の間に水切りを設け上段散水ドレンが下段に流下 しないよう計画されている。中間部に水切りを設けると, メンテナンスのためのスペースが必要となるため,塔高さ が高くなるが, BD-O システムは接触時間が著しく小さい ため,メンテナンススペースを見込んでも塔高さは5m以 下にできる。

第5図に運転立ち上げ時の上段および下段散水ドレンの pH 変化を示す。 充填材自体が弱アルカリ性であるため, 運転当初,散水ドレンは弱アルカリ性を示すが,散水によ り pH は徐々に中性付近になる。さらに,生物が着生し, 生物による脱臭が活発になると,生物代謝生成物の硫酸イ オン濃度が高まり,上段 pH が3程度まで低下するように なる。硫化水素は上段でほとんど除去されるため,下段充 填層 pH はほとんど低下することなく,中性付近に維持さ れている。

上段表層細菌数の計数を 行ったところ,一般細菌 6.2× 10⁶ cells/g, 硫黄酸化細菌 2.3×10⁷ cells/g であった。第 6図に各臭気成分除去率の経日変化を示す。一般に, 生物 脱臭法では、運転立ち上げ時、生物が馴養されるまでは除 去率が低く, 馴養とともに徐々に上昇し, 定常除去率で一 定値になるが、本設備においては、生物の種付け、馴養操 作を行っていないにも関わらず、各臭気成分とも運転初期 から高い除去率が維持されていた。これは、生物付着担体 として吸着材を用いているため、運転初期は吸着材の吸着 能により臭気成分が除去され、吸着材が破過するまでに微 生物の着生および馴養が終了し,生物脱臭に移行したため と推察できる。硫化水素のように比較的容易に生物分解さ れる臭気成分については運転当初よりほぼ完全に除去され ている。一方、生物難分解物質である硫化メチルについて は,吸着材の破過とともに除去率は徐々に低下し,生物再 生速度とバランスするところで一定の値を示すようになっ た。各臭気成分の平均除去率は、運転期間中の容積負荷の 範囲において、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチ ル, 二硫化メチルそれぞれ, 99.9%, 99%, 96%, 88% であった。



第6図 恶臭成分除去成績 Fig. 6 Operating results of a full-scale plant

活性炭吸着塔後の処理成績は,悪臭8成分については, 目標値である臭気強度2.0相当濃度以下を満足しており, 十分機能していることが分かる。

臭気濃度に関しては、装置出口で 30~130 とばらつきが あるが、排出規制値は十分満足している。また、敷地境界 での臭気濃度は10以下であり、住宅への影響は無いと考え る。

3. 2. 3 維持管理性

1) 日常管理

通常,稼動機器は吸引ファン以外では,散水ポンプおよ び給水ポンプのみで,これらは、すべて自動運転されてい るため、日常管理は、制御盤メーター類の点検のみであ る。後段活性炭吸着塔も吸着材寿命を1年として計画して いるため、未だ交換していない。

2) 担体経時変化

6 カ月の運転期間中,充填材の目詰まりもなく,充填層 圧力損失の上昇,充填材形状変化などは認められない。

むす

7×

吸着材併用型生物脱臭装置(**B-DO** システム)の実設備 運転状況を紹介したが,処理状況は良好で,運転管理も容 易であるため,ユーザより好評を得ている。今後,生物脱 臭の実績が公表されるにつれ,本法の有効性が認められ, 採用を検討する処理場も増えてくるものと期待される。

最後に、本稿を執筆するにあたり、ご協力頂きました千 葉県下水道公社関係各位に深謝致します。

尚,本稿は一部,「臭気の研究」に投稿中である。

キーワード: 生物脱臭, 吸着材, 悪臭, pH, 硫化水素

参考文献

- 1) 建設省土木研究所: 昭和60年度オドセンサス集計結果報告書 73 (1987).
- 2) 岩崎好陽: PPM, 22(8),8(1991).
- 3) 村上健:下水道協会誌, 25 (291), 1 (1988).
- 4) R. E. Buchanan: Bergeys Manual of Determinative Bacteriology, 8th Ed., The william and wilkins Co., Baltimore, (1974).
- 5)金川貴博:用水と廃水, 31, 397 (1989).

IWS(イオンスクラバー)の 産業廃棄物処理設備への適用紹介

Application of IWS to Industrial Waste Treatment Systems



Shinko Pantec has conducted pilot tests with the IWS, wet type dust collection/gas removal system, which is designed to serve a dual purpose of removing simultaneously both dust and hazardous gases emitted from an industrial waste incinerator. Full-scale units delivered to our users have been found to be lower in both construction and operating costs, as compared with the conventional systems. This paper presents these findings together with the design features of the IWS.

まえがき

最近,企業の生産活動によって排出される産業廃棄物の 量は年々拡大の一途をたどっている。その処理は,埋立, 焼却および溶融等で行われているが,最終処分場が不足す る中,今後焼却処理に重点をおいた動きがますます活発化 していくものと考えられる。このような産業廃棄物焼却炉 から排出される排ガスを処理するプロセスとしては,ベン チュリースクラバーやサイクロン等の集塵機とスクラバー との組合せ,高度処理として電気集塵機(ESP)やバグ フイルター(BF)とスクラバーとの組合せたものがある。 本稿では,一つの機種で集塵と除ガスを同時に行うこと ができる"IWS"を産業廃棄物焼却炉の排ガス処理に適 用したのでその概要とパイロットテストおよび実装置の運

Scrubber zone for envoid of particles and gases

第2図 イオンスクラバー構造図 Fig. 2 Construction of Ion Scrubber

転結果等について述べる。

1. IWSの概要

産業廃棄物焼却炉排ガス処理法として従来プロセスとI WSとの比較フローを第1図に示す。図から従来プロセス は集塵を目的としてESPまたはBFを設置し、その後急 冷塔で断熱飽和温度までガス冷却しスクラバーにより有害 ガスを除去する。一方、IWSプロセスの場合は、排ガス を急冷塔で冷却し、IWSで集塵と有害ガスの除去を同時 に行うものである。即ち、装置1つをそっくり省くことが できる点が最大の特長である。

第2図に装置の概要を示す。ダストは高電圧イオン化部 で荷電され、充填部において慣性衝突およびイメージ作用 力により除去される。また同時に有害ガスも充填部で反応 により除去される。なお、ダストを荷電するイオン化部の 接地プレートはダストまたは析出物の付着成長を防止する 目的で連続して循環水をオーバーフローさせてヌレ壁を形 成させる構造となっている。

IWSの集塵に関する最大の特長は第3図に示す通り処理前後の粒径分布に差がない点にある。つまり,2段にすると1段と同一の除去率が得られ,1段で90%の除去率なら2段にすると99%の除去率が得られる。

パイロットテスト

ガス流速の変化によるダスト除去効率の差を把握し、より的確な実施設計ができるように、パイロットプラントを 準備している。その外観を**写真1**に示す。テスト装置はユ ニットとなっており、使用時にダクト、一次側電気配線お よび一次側給水配管を施工するだけでよい。



Vol. 36 No. 2 (1992/8)

神鋼パンテツク技報





ig. 4 Pilot test flow



Fig. 5 Pilot test flow

本稿ではこのパイロットプラントを利用して, 廃液+廃 容剤焼却炉および油泥+廃液焼却炉排ガス処理2例につい てテストを実施したので紹介する。

!. 1 廃液+廃溶剤焼却炉排ガス処理例

```
2.1.1 テスト方法
```

実施テストの外観を写真2にそのフローを第4図に示



写真1 IWSパイロットプラント Photo.1 IWS pilot plant



写真2 パイロットテスト Photo.2 Pilot test



第6回 ガス流速と集塵効率の関係(Case 1)

Fig. 6 Relation between gas velocity and collection efficiency (Case 1)

す。原ガスは既設ESP前 (case 1) とESP後 (case 2) の2ケースを採用した。なお、パイロットテストプラント のフローは**第5回**の通りであり、テストプラントの概略仕 様は次の通りである。

急冷塔	$450~\mathrm{mm^{\phi}} \times 2~900~\mathrm{mm^{H}}$	SS41製
IWS	$6435mm^{ m L} imes 1500mm^{ m W} imes$: 2 792 mm ^н
		FRP製
NaOH 貯槽	50 <i>e</i>	ポリエチレン製
ファン	$70 \text{ m}^3/\text{min} \times 250 \text{ mmAq} >$	< 5.5 kW
		FRP製
循環ポンプ	$500 \ \ell/\min \times 15 \ m \times 3.7 \ kW$	V PVDF製
薬注ポンプ	$115 \text{ m}\ell/\text{min} \times 40 \text{ m} \times 0.04$	5 kW
		PVC製
パージヒータ	$z - 3 \mathrm{kW}$	
直流電源装置	$ 30 \text{ kV} \times 100 \text{ mA} $	
.1.2 テス	ト結果	

原ガスをESP前から導入した場合のテスト結果を第1

2

ĵ,	1	表	Case 1 テスト結果	
al	ble	1	Test result of case	1

•

Moggiremont			1			2			3			4	
item		Quench tower	IWS	IWS	Quench tower	IWS	IWS	Quench tower	IWS	IWS	Quench tower	IWS	IWS
		inlet	inlet	outlet	inlet	inlet	outlet	inlet	inlet	outlet	inlet	\mathbf{inlet}	outlet
Gas quantity	m ³ N/min	13, 3			13.5			16.9			16,9		1.1
H_2O	%	50.4			50.4			50.4			50,4		
Odor concentration		7 300	540	170	9 700	730	300		970	730		1 700	970
Dust content	g∕m³ _N	11.7	4.32	0, 023 0	16.4	0.703	0.0438	15.8	0,435	0.152	12.6	0,499	0,138
$(CH_3)_2S$	ppm	0,013		0.013									
$(CH_3)_2S_2$	ppm [·]	<0,001		<0.001						•			
THC	ppm	1 400	420	75	1 800	640	420	1 800	680	450	1 800	1 100	360
$(CH_3)_3N$	ppm	0.003		0.003									
CH3CHO	ppm	< 0.001		<0.001									
CH₃SH	ppm	<0,001		< 0,001									1999 - E.
C_8H_8	ppm	< 0.001		< 0,001									j
H₂S	ppm	0.018		0.013]]				-	•
NH3	ppm	5		3	17		9						
Cl_2	ppm	ND	1.5	0, 5		ND _.	1, 5	ND	0, 5	ND	ND		0.2
Hcl	ppm	510		2, 5						·			
CS_2	ppm	20	ND	ND	30	20	ND	28	24	ND	76	ND	. 40
CH₃Br	. ppm	6	ND	ND	30	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
SO ₂	ppm	50	ND	ND	ND	ND	ND	.2	ND	30	4	4	4 ·
Br_2	mg∕m³ _N	23	15	ND	30	29	1	37	29	10	41	35	11
SOx	ppm	60	21	ND	140	10	1,1	210	8, 2	ND	550	150	82
.	ng∕m³ _N	4.2/4.4	3,8/4,0	1,1/1.5	4.8/5.0	2,8/3.0	0.9/1.5	3.9/4.2	3.0/3.8	1.6/1.6	6.9/8.0	4,1/4,2	1.7/2.0
Size distribution	μm	1.45	1.39	1.58	1,53	1.34	0.38	1.90	1.32	1, 22			
Hg	mg/m ³ N	0.069	0.067	0.058	0.044	0.043	0, 044	0,061	0.068	0, 054	0.046	0,057	0.054
Pu	mg∕m³ _N	160	69	3, 5	160	• 74	2.7	150	42	14	170	83	25
NUx	ppm	52		27			l	L	<u> </u>	l	l	<u>.</u>	L

2表 Case 2 テスト結果 able 2 Test result of case 2

										•			
Magginomont			1			2			3			4	
item		Quench tower	IWS	IWS	Quench tower	IWS	IWS	Quench tower	IWS	IWS	Quench tower	IWS	IWS
		inlet	inlet	outlet	inlet	inlet	outlet	inlet	inlet	outlet	inlet	inlet	outlet
)dor concentration	-	30 000	23 000	4 100	30 000	17 000	4 100	41 000	30 000	17 000		23 000	7 000
Just content	g/m ³ N	0.0828	0.0184	0.0084	0.114	0, 022 8	0.0047	0,0929	0, 015 5	0,0033	0.0478	0.0082	0.0039
Jas quantity	m ³ /min	48.5	39.5	39, 5	47.4	40.4	38, 6	64.3	53.9	56.4	63.2	52, 2	50, 9
Jas quantity (wet)	m ³ _N /min	30.6	30, 8	30.9	32, 7	31, 5	30, 2	41.7	41.5	43.4	38.8	40.4	39, 5
Jas quantity (dry)	m ³ N∕min	19.2	19.5	20.5	21.8	19.9	19.5	26.2	24.8	26.6	27.6	25.5	26.0
Jas velocity	m/s	8.9	9.0	9,3	8.7	9, 2	9.1	11.8	12.3	13.3	11.6	11.9	12, 0
Static pressur	mmH₂O	-52	-74	-95	-70	84	-95	-104	-165	-203	-90	-160	- 200
lemperature	°C	157	74	72	120	74	73	144	76	75	168	74	72
H₂O	%	37.2	36.7	33.8	33, 3	36.8	35, 3	37.2	40.3	38.8	28, 8	37.0	34, 2
CO_2	%	6.8	6.3	5.1	6.7	6.4	5.8	6.9	6.6	6,6	6.8	6,4	5.9
O_2	%	12.0	12.7	13.9	12.1	12,8	13,6	12,0	12, 2	12.3	12.2	12, 5	13, 0
N_2	%	81.2	81.0	81.0	81, 2	80, 8	80.6	81.1	81, 2	81.1	81.0	81.1	81.1
Br_2	mg∕m³ _N	42	23	16	32	22	19	38	33	22	35	34	31
Silane	mg∕m³ _N	4.3	1.9	1.4	3.0	1.7	1.2	3.4	1.6	1,5	4.4	2, 8	1,6
Size distribution	μm	1.67	0.92	1.47	1.62	1.33	1.47						

.

に示す。第1表から脱臭効率は97%と高い。ダスト除去 1率は流速が遅くなるに従い高くなる。(第6図)テスト の流速 0.7 m/sec~1.0 m/sec の範囲で除去効率は 99.7 \sim 98.8%と変化している。また,有害ガスである HCl よび SOx の除去率は99.5%および99.8%と高い。鉛の 法率は97.8%であった。なお、この時のダストの粒径分 下常7図に示す。図から、急冷塔入口、IWS入口および 口における粒径分布に差がないことがわかる。この事実 第3図で説明済の(NH₄)₂SO₈粒子の場合と一致する。 次に、原ガスをESP後から導入した場合についてもテ トを実施しその結果を第2表に示す。表から脱臭効率は 3%~86%であった。ダスト除去効率は90%~96%でテ

ト時の洗速の範囲内では大差がない結果となった。 また、臭素およびシランともにかなり除去されることも かった。なお、この時のダストの粒径分布を第8図に示 が、ESP出口とIWS出口における粒径分布に大差が かった。



第7図 粒度分布線図(Rosin-Rammler 線図) Fig. 7 Size distribution curve(Rosin-Rammler curve)

月3表 テスト結果

able 3 Test result

Measurement		Rı	in 1	Ru	n 2	Ru	n 3	Ru	in 4	Ru	n 5	Run 6		Ru	n 7
Item		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
7. a guantitu	(wet)m ³ _N /min	27.3	30.5	27.3	30.5	50.5	60.7	50.5	60.7	23.0	28.0	.23.0	28.0	23.0	28.0
Jas quantity	(dry)m ³ N/min	19.8	21.5	19.8	21.5	37.8	42.3	37.8	42.3	15.8	18.8	15.8	18.8	15.8	18.8
Plate velocity	m/sec 100/ft./sec	1. 1'	.73 7.6	1. 17	$1.73 \\ 17.6$		3.21		3.21 9.5		46).9	1.46		1.46	
Dpacity	%		1		1	1	5		5		5		5	5	
Dust content	(dry)g/m³ _N	0.45	0.064	0,36	0.043	0.70	0.11	0.42	0.093	1.47	0.083	0.7	0.061	1.70	0.12
Removal efficiency	%		84.6		87.0		82.4		75.2		93,3		89.6		91.6
Soluble material	g/m ^N	0.31	0.045	0.27	0.022	0.52	0.063	0.32	0.047			1			
in dust	%	68,9	70.3	75.0	51.2	74.3	57.3	76.2	50,5						
Desoluble material	g/m' _N	0.14	0.019	0.09	0.021	0.18	0.047	0.10	0.046			j .			
in dust	%	31.1	29.7	25.0	48.8	25.7	42.7	23.8	49,5						
30x removal	(dry)ppm	43	ND(1)	15	ND(1)	14	ND(1)	20	ND(1)	ND(1)	ND(1)	ND(1)	ND(1)	ND(1)	ND(1)
efficiency	%		97.7		93.3		92.9		95.0						
Hel removal	(dry)ppm	720	9	400	20	430	5	220	7	160	2				
efficency	(dry)mg/m [°] _N	1173	15	652	33	701	8	358	11	261	3				
	×0		98.7	- 10.0	94.9		98.9		96.9		98.8		10.0		
<u></u>	V/V %	13.1	14.0	13.0	14.0	12.9	13.0	13.4	13.6	12.7	13.7	12.7	13.9	ļ	
	v v ppm						ł			1				1	ľ
NII3	v/v ppm		1						1	1			1	1	
Joor concentration			1		I			[1					L	I
Measurement		Rı	in 8	Ru	n 9	Ru	n 10	D.C. DOWE	r soume ON	DC none	SOUTH OFF	D.C. nowe	r course ON	D.C. nower	SOUTH OFF
Item		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
	(wet)m ³ ./min	25.0	29.0	15.2	19.3	15.2	19.3	26.3	30.0	26.3	30.0	24.9	31.3	23.7	27.0
Gas quantity	(drv)m ³ y/min	17.4	19.6	10.3	13.5	10.3	13.5	19.0	20.6	19.0	20.6	16.8	20.1	16.0	17.7
21	m/sec			0.	96	0.	96	1.	66	1.	66	1.	61	1.	54
Plate velocity	100/ft./sec			31	1.7	31	.7	18	3.4	18	8.4	18	3.9	19	.8
Opacity	%				1.		1		0	7	0	•	5	e	0
Dust content	$(dry)g/m_N^3$		1	1.63	0.047	1.88	0.038	1.372	0.096	0.886	0.468	0.454	0.056	0,365	0.232
Removal efficiency	· %			·	96.2		97.4		92.4	[42.7		85.2		29.7
Soluble material in dust	g/m³ _N %							4.3	1.06			1.72	1.08		
Desoluble material	g/m³ _N %														
SOr removal	(dry)nnm											1			
efficiency	%		1						1				1		
7.1	(dry)ppm										<u> </u>		·		
fici removal	(dry)mg/m ³ _N												l.		
efficency	%			1											1
0,	v/v %		1	1					1						
CH3CHO	v/v ppm		0.023		r										
NH3	v/v ppm		77	1					1						
NA		080	1 730	1	1		ł	1	1	1	1	1	1		1



Fig. 8 Size distribution curve (Rosin-Rammler curve)

前述のテスト結果から、煙突からの煙は、ダスト濃度を 1.05 g/m³N 以下におさえれば消えることがわかった。悪 臭の除去についても満足できる効果が得られたといえる。

!. 2 油泥+廃液焼却炉排ガス処理例

油泥および廃液をロータリーキルンで焼却している。排 がス中には、ダスト、HCI および SOx が含まれており、 その処理にESPが設置されている。問題となっていたの よ出口ダスト濃度が変動し、特に高電気抵抗ダスト時には 集塵効率が低下し煙が長くたなびく現象が長時間続くとい うことであった。この問題解決の目的でテストを実施した。 . 2.1 テスト方法

実施テストの外観を写真3に示す。フローは第4図とほ ま同じであるが,ケース2の場合に相当する。パイロット プラントのフローおよび仕様も2.1.1と同一である。 2.2.2 テスト結果



写真3 パイロットテスト Photo.3 Pilot test

原ガスを既設ESP後から導入しテストを実施した結果 を第3表に示す。表から、ダスト除去効率は75.2%~96.2 %と変化し、流速が大きくなるに従い低下する。荷電しな い場合のダスト除去効率は29.7%~42.7%となり極端に 悪くなる。また、排気中の煙の状態は、ダスト濃度を0.05g/m³N以下にまで処理すれば、ほとんど可視されないこ とがわかった。第9図にガス流速と集塵効率との関係を示 す。

急冷塔入口とIWS出口ダストの粒度分布は第10図に示 す通りであるが、前述のテスト結果とは若干異なりIWS 出口の方が粒度分布は小さい方に寄っていることがわかっ た。



第9図 ガス流速と集塵効率の関係





第10回 粒度分布図

第4表 IWS循環水水質 Table 4 Quality of IWS circulating water

Sample water		IWS circulating water
pH Specific gravity SS TS BOD COD Lead (Pb) Cadmium (Cd) Electric conductivity	$[mg/\ell]$ $[mg/\ell]$ $[mg/\ell]$ $[mg/\ell]$ $[mg/\ell]$ $[mg/\ell]$ n.25°C]	$\begin{array}{c} 8.9 \\ 1.035 \\ 2.730 \\ 62400 \\ 114 \\ 510 \\ 3.84 \\ 0.29 \\ 41500 \end{array}$
Mercury (Hg) and alkyl mercury other mercury compound	[mg/ℓ]	<0.0005

写真 4 実装置外観 Photo. 4 Outside view of actual equipment

0 3 000

0.7

0.5

0.2

0.7

0.5

0.3

0.2

E 0.4

HOG

0 3 000

5 000

Gas velocity [kg/m²·h]

Ō

0 0

5 000

10 000

10 000

[**m**] 90H



Gas velocity [kg/m²·hr]

第11 図

HOG

Fig. 11

NaOH

第12 図

の HOG

Fig. 12

NaOH

SO2-AIR-NaOH 系

HOG of SO₂-AIR-

HCl-AIR-NaOH 系

HOG of HCl-AIR-

一方,有害ガスである SOx および HCl については, 92.9 %~97.7%および94.9%~98.9%であった。 この実験結 果から実装置が計画できるように,ガス吸収の移動単位高 さ HOG(m)を実験的に算出し第11図および第12図に示し た。

なお、実験時の循環水質は第4表の通りであった。

3. 実装置紹介

前述のテスト結果から,油泥+廃液焼却炉からの排ガス 処理装置を納入し,運転データを得たので報告する。写真 4に装置の外観を示す。ロータリーキルンで油泥を焼却 し、2次燃焼炉では廃液を燃焼させ、2次燃焼炉の排ガス はガスクーラーで350°Cまで冷却される。この350°Cの 排ガス中のダスト,HCl, SOX および臭気を除去する目的 でIWSシステムを設置した。

3.1 装置仕様

納入装置のフローを**第13図**に示す。また設計条件および 仕様は次の通りである。

31 369 m³N/h 処理ガス量 処理ガス温度及び湿度 350 °C, H₂O 9924 m³N/h 1 g/m^3N 入口ダスト濃度 出口ダスト濃度 $0.1 \, g/m^3 N$ 700 mg/m³N 入口 HCl 濃度 出口 HCl 濃度 200 mg/m³N 入口 SOx 濃度 150 ppm 15 ppm出口 SOx 濃度 90 % 脱臭効率 $1 \text{ m}^3/\text{h}$ 排水量 排水水質 pH 8, SS 1000 mg/l, 塩濃度 6.5% 1830 П×7000 ^нтт 装置仕様 急冷塔 接液接ガス部カーボン製 $7\ 800\ {}^{\rm L} \times 4\ 220\ {}^{\rm W} \times 6100\ {}^{\rm H}mm$ IWS FRP製 高電圧部 30 kV×400 mA

Fig. 10 Size distribution curve (Rosin-Rammler curve)

第5表 性能テスト結果 Table 5 Performance test results

			Ru	n 1	Ru	n 2	Ru	n 3	Ru	n 4	Ru	n 5	Ru	n 6	Ru	n 7	Ru	n 8
Measurement item			Quench tower	IWS	Quench tower	IWS	Quench tower	IWS	Quench tower	IWS	Quench tower	IWS	Quench tower	IWS	Quench tower	IWS	Quench tower	IWS
		· · · · ·	inlet	outlet	inlet [.]	outlet	inlet	outlet	inlet	outlet	inlet	outlet	inlet	outlet	inlet	outlet	inlet	outlet
Gas quantity (actual)		m³/H	25 000	24 000	28 000	$21\ 000$	24 000	20 000	52 000	41 000								
Gas quantity (wet)		m³ _N ∕H	13 000	19 000	13 000	16 000	15 000	16 000	25 000	31 000					24 000	24 000	22 000	21 000
Gas quantity		m³ _N ∕H	10 000	11 000	9 800	9 600	12 000	10 000	16 000	15 000					13 000	11 000	12 000	10 000
Gas temperature		°C	248	77	308	77	150	72	280	82					264	84	287	82
Static pressure		nmH2O	- 30	-3	-22	-3	-17	3	-37	-5					-10	0	-10	0
0	CO ₂	%	6.6	6.6	6,4	6.4	4,6	4.6	6,8	7.8								
Composition	O2	%	11.4	11.4	11.8	11.8	13.8	13.8	10.8	9.8								
or dry gas	N_2	%	82.0	82.0	81.8	81.8	81.6	81.6	82.4	82,4								
H₂O		%	20,8	41.2	24.5	41.2	21.8	33.4	37, 2	50.7					46.1	54.7	46.2	50, 5
		g/m ³ N	4.82	0.139	6.42	0,054	3, 81	0.050	5.18	0.601	6.21	0,698	12.1	0,505				
Dust content		g/m ³ N	4.94	0,186	5,96	0,050	3, 53	0,079	6,27	0, 181	8,16	0.626	13.1	0.718				
		g/m ³ N	4,88	0.163	6.19	0,052	3.67	0.065	5.73	0.391	7.19	0,612	12,6	0,612	2.04	0,11	2,40	0.12
Hcl		mg/m ³ N															333	55
SOx		ppm															14	2, 3
NOx		ppm															64	52
Odor concentration		<u> </u>															410	170

急冷塔循環ポンプ	$50\ m^3/h{\times}22\ m{\times}7.5\ kW$
	SCS14製
IWS循環ポンプ	$250\ m^3/h \times 18\ m \times 22\ kW$
	SCS14製
NaOH 注ポンプ	$300~\ell/h\!\times\!30~m\!\times\!0.2~kW$

3.2 運転結果

現在, 順調に稼動中であるが, その運転および性能テス ト結果を第5表に示す。なお, 稼動中の急冷塔および IW S循環液の水質を第6表に示す。第5表からダスト除去効 率は91.5%~99.2%と変化し, ガス流速が上がるほど除 去効率が低下する。その様子を第14図に示す。また,入口 ダスト濃度と集塵効率との関係を第15図に示す。図から効 率は入口ダスト濃度が2g/m³N~13g/m³N の範囲では変 化のないことがわかる。一方,第5表から HCI, SOx およ び NOx の除去率はそれぞれ83%, 84%および19%であ った。また,脱臭効率は約60%であった。これは入口臭気 濃度が410という極めて低いことが原因で除去率が悪くな っているものと考えられる。以上の解析結果から,計画条 件をほぼ満足する運転が続いていることが実証された。

第	6	表	循環水水質	
Ta	ble	6	Quality of circulating wat	er

		9		
Items		Quench tower circulating water	IWS circulating water	Mesurement method
pН		9.6(20°C)	9.4(20°C)	JIS K0102 12.1
SS	mg∕ℓ	160	80	
TDS	g/l	200	88	JIS K0102 14.3
Na ⁺	mg/ℓ	59 000	31 000	JIS K0102 48.1
Li⁺	mg∕ℓ		192	
CI-	mg/ℓ	20 000	8 100	
SO ₄	mg/l	8 200	2 800	JIS K0102 41.2
Specific)25°C) gravity		1.13	[.] 1. 08	
∥ (80°C)	-	1.10	1.06	

4. IWSの優位性

産業廃棄物焼却炉の排ガス処理に IWS を適用した場合,他方式と比較して優位性の有無を把握する目的で,次の如き条件で検討した。

処理ガス量	40 000 m³N/h
入口ダスト濃度	3 g/m³N
出口ダスト濃度	0.03 g/m³N



第7表 各種プロセス比較表 Table 7 Comparison of various processes

	IWS		ESP + Scrubber		Reactor + Bag filter	
Flow						
Pressure drop (mmH ₂ O)	50		150		250 ·	
Initial cost (×104YEN)	Quench tower IWS	1 000 9 000	ESP Quench tower Scrubber	12 000 1 000 3 000	Reactor Ca(OH) ₂ feeder Bag filter	5 000 2 000 8 000
	Total	10 000	Total	16 000	Total	15 000
Power cost	Quench tower IWS Fan	11 kW 22 18.5	ESP Quench tower Scrubber Fan	30 kW 11 22 75	Reactor Ca(OH) ₂ feeder Bag filter Fan	11 kW 5.5 3.7 110
(×104YEN/Y)			$ Total = 138 \times 0.8 \times 8760 = 1,740 $	138 kW ×18×10 ⁻⁴	$Total = 130.2 \times 0.8 \times 876 = 1,640 $	130. 2 kW 0×18×10 ⁻⁴
Remarks (1) Initial cost and running cost are low. (2) Dust colletion efficiency is regardless of electrical resistance				Non-wastewater treat	ment	



0

0

入口 HCl	$1\ 000\ \mathrm{ppm}$
出口 HCl	10 ppm
入口 SOx	$1\ 000\ \mathrm{ppm}$
出口 SOx	$10~{ m ppm}$

対象プロセスには、 IWS方式、ESP+スクラバー方 式,および反応塔+バグフイルター方式を選定した。その 検討結果を第7表に示す。その結果, IWSの場合, 圧力



~

第15 図 入口ダスト濃度と集塵効率の関係

Fig. 15 Relation between inlet dust content and collection efficiency

損失が低く,建設費および電力費が最も安価であることが わかる。

む す U.

産業廃棄物焼却炉排ガス処理に新しいプロセスであるⅠ WSを適用し,その集塵,有害ガス除去および脱臭効果の 確認をした。今後、長期運転における効率および耐久性等 について追跡調査を続けてゆきたい。

99

90

80

70 60 50 0

0

25

Efficiency [%]



1992年6月8日東京都港区・機械振興会館で開催された (社)日本産業機械工業会主催(後援:通商産業省)の第18 回「優秀公害防止装置表彰」で全部門で最高位の通商産業 大臣賞を受賞した。

同表彰で,通商産業大臣賞が授与されたのは,第17回に 1件のみ記録されているだけで,数少ない最高位賞の受賞 である。

開発経緯と実績

上水道・下水道の排水処理および産業排水処理等の水処 理技術分野では,有価物の分離・回収や廃棄物の再資源 化,減容化等,資源有効利用及び公害対策の一環として, 汚泥脱水技術の重要性が増大し,新脱水技術の開発が要望 されている。

当社は創業以来30余年にわたり,汚泥処理装置の研究開 発に取組み,各種の脱水装置を産業界へ送り出し,その数 多くの経験と実績を踏まえて,全く新しい観点から,約10 年前に電気浸透方式による脱水機の開発に着手した。開発 ・製品化以来,すでに住宅都市整備公団のコミュニティプ ラント,東北電力の洗釜排水処理,民間企業の製造工程向 けに実績を上げ,平成4年度には,阪神水道企業団甲山事 業所(浄水能力:一日最大160000 m³)向けの大型機(1500 □×70室, 沪過面積:252 m²/台)2台が稼働する。

上水道分野の排水処理での電気浸透方式による脱水機の 採用は,世界で初めてのものである。

スーパーフィルトロンは、4 kgf/cm² 程度の沪過・圧搾 圧力と最大60 Vの低電圧機構を併用し、無薬注で安定して ケーキ含水率を60 %以下に絞り込む性能を発揮し、次の特 長を持つ。

- (1) 電気泳動現象と電気浸透現象を効率的に組込んだ全く 新しい脱水方式である。
- (2) 従来の「無薬注フィルタープレス」と比較して、処理 能力は約2~3倍となる。また、含水率も在来型に比 べて、さらに10%以上低下させることが可能である。
- (3) 印加電圧を変えることにより、フレキシブルな運転が 可能である。
- (4) 沪過速度が大きく,低い圧搾圧力であるため,装置が 計量・コンパクトである。
- (5) 無薬注・長時間フィルタープレスと比較して、電気浸透方式では、沪過面積が1/2~1/3以下となるため、消耗品費も少なくなり、電気浸透につかわれる電気代を加えても、トータルランニングコストは安くなる。 また同装置の開発にあたって
- (1) 最先端技術を基盤とした高品位電極板の開発
- (2) 脱水能力の大幅な向上と脱水機構の開発
- (3) 電気浸透脱水法原理の解明と実証
- (4) 脱水処理にかかる経費の削減と経済性の確立
- 等に傾注し、その開発成果として、2件の米国特許をはじ
- め,計30件の特許・実用新案を取得又は出願中である。 本装置は,すでに米国及び中国における国際会議におい

て発表し、国内はもとより国際的にも、注目される技術として技術専門誌にも掲載されている。

当社は今回の通商産業大臣賞の受賞を機に,国内で更新 期を迎えた上水道分野を中心に,積極的な販売活動を展開 してゆく予定である。